

Technická univerzita v Liberci

FAKULTA PŘÍRODOVĚDNĚ-HUMANITNÍ A PEDAGOGICKÁ

Katedra: Katedra geografie
Studijní program: Geografie
Studijní obor: Aplikovaná geografie

**HODNOCENÍ ENVIRONMENTÁLNÍ ZÁTĚŽE
VOD ÚZEMÍ OBCE BÍLÝ KOSTEL NAD NISOU**
**THE EVALUATION OF ENVIRONMENTAL
LOAD OF THE WATER IN BÍLÝ KOSTEL NAD
NISOU**

Bakalářská práce: 007–FP–KGE–12

Autor:
Michal NĚMEC

Podpis:

Vedoucí práce: Prof. RNDr. Hubert Hilbert, Ph.D

Konzultant: Mgr. Jiří Šmída, Ph.D., Ing. Jana Kučerová, Ph.D.

Počet

stran	grafů	obrázků	tabulek	pramenů	příloh
61	1	15	7	21	2

V Liberci dne: 26. 4. 2012

Zadání ze stagu

Čestné prohlášení

Název práce: Hodnocení environmentální zátěže vod území obce Bílý
Kostel nad Nisou
Jméno a příjmení
autora: Michal Němec
Osobní číslo: P09000176

Byl/a jsem seznámen/a s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 60 – školní dílo.

Prohlašuji, že má bakalářská práce je ve smyslu autorského zákona výhradně mým autorským dílem.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval/a samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

Prohlašuji, že jsem do informačního systému STAG vložil/a elektronickou verzi mé bakalářské práce, která je identická s tištěnou verzí předkládanou k obhajobě a uvedl/a jsem všechny systémem požadované informace pravdivě.

V Liberci dne 26. 4. 2012:

.....

Poděkování

vedoucímu bakalářské práce RNDr. Hubertu Hilbertovi, Ph.D - Za rady a připomínky a za vedení práce

Ing. Janě Kučerové, Ph. D. - Za obrovskou pomoc při obstarávání dat a za ochotu při odborných konzultacích

Mgr. Jiřímu Šmídovi, Ph.D. - Za pomoc v práci se softwarem ArcGIS 10.1

Mgr. Martinu Slavíkovi, Ph.D. - Za pomoc při terénním měření vzorků v obci Bílý Kostel n. N.

Doc., Ing. Petru Exnarovi, CSc. - Za změření odebraných vzorků ve fluorescenčním spektrometru a jejich následné vyhodnocení

Anotace

Tématem mé bakalářské práce je hodnocení environmentální zátěže vod území obce Bílý Kostel nad Nisou. V práci nejprve položím teoretický základ této problematiky a poté se zaměřím na hodnocení vod v obci. Hlavním cílem této práce je vytvoření mapy s potencionálně rizikovými plochami, které mají vliv na kvalitu vod obci a odtokový model vody na území obce. Na konci práce provedu zhodnocení zdravotních rizik.

Klíčová slova: Bílý Kostel nad Nisou, ArcMap, environmentální znečištění vod

Anotation

The topic of my Bachelor dissertation is to assess the environmental load of the water in Bílý Kostel nad Nisou. In the beginning of this Bachelor's dissertation, I'll put some theoretical base of issues of water pollution and then I'll focus on the situation in Bílý Kostel nad Nisou. The major objective of this Bachelor's dissertation is to create a map with dangerous areas, which influence the water quality in village and create a drain model of water on the village's territory. In the end I demonstrate health risk assessment of the water pollution.

Keywords: Bílý Kostel nad Nisou, ArcMap, water pollution

Obsah

1 Úvod.....	8
2 Cíle práce.....	9
3 Metody.....	10
3.1 ArcGIS.....	12
4 Základní pojmy	13
5 Hydrosféra	14
6 Voda	15
6.1 Charakteristika vody.....	15
6.2 Zákon o vodách (Vodní zákon).....	15
6.3 Dělení vody	15
6.4 Složení vody.....	16
6.5 Dostupnost vody	16
6.5.1 Dostupnost vody v ČR	17
6.6 Voda a člověk.....	18
6.6.1 Dělení vody z hlediska využití člověkem	18
6.7 Znečišťování vody	20
6.7.1 Typy znečištění vod.....	20
6.7.2 Klasifikace jakosti povrchových vod	21
6.7.3 Faktory způsobující znečišťování vody	22
6.7.3.1 Patogenní organismy.....	22
6.7.3.2 Netoxické organické látky	23
6.7.3.3 Nadměrný obsah živin	23
6.7.3.4 Toxické kovy	24
6.7.3.5 Toxické organické látky	24
6.7.3.6 Kyselé srážky	24
6.7.3.7 Odpadní teplo	25
6.7.3.8 Radioaktivita	25
6.8 Požadavky na kvalitu a množství pitné vody	25
7 Znečištění vod v Libereckém kraji.....	26
8 Povodí Labe.....	28
9 Lužická Nisa	29
9.1 Obecná charakteristika	29

9.2 Lužická Nisa v obci Bílý Kostel n. N.	30
10 Obec Bílý Kostel nad Nisou	32
10.1 Historie	32
10.2 Obecná charakteristika obce	33
10.3 Okolní zdroje znečištění vod.....	36
10.4 Informační systém EIA.....	37
10.5 Povodně 2010.....	38
11 Charakteristika antropického tlaku v obci	40
12 Hodnocení zátěže vod v obci Bílý Kostel n. N. - skupiny stresových faktorů.....	42
13 Práce v programu ArcGIS	45
13.1 Obstarání dat	45
13.2 Skupiny stresových faktorů	45
13.3 Odtokový model vody	45
13.4 Závěrečné úpravy výsledné mapy.....	49
14 Měření kvality vody ve vodním toku Lužická Nisa a jeho přítoků	50
14.1 Odběr a konverzace vzorků - teoretická část	50
14.2 Terénní měření kvality vody	51
15 Hodnocení environmentální zátěže vod na území obce Bílý Kostel n. N.	54
16 Závěrečné shrnutí.	56
17 Seznam zkratk	57
18 Zdroje.....	58
19 Seznam příloh.....	61

1. Úvod

V dnešní době žije na planetě více než polovina lidí v urbanizovaných sídlech. Tento trend se šíří i nadále. Život v sídlech je tak velmi důležitou složkou udržitelnosti v lokálním rozsahu. Hodnocení lokálního stavu životního prostředí je proto velmi důležité, závisí na tom i zdravotní stav celé světové populace.

Každý obyvatel by měl mít dobrý přístup ke kvalitní a technicky nezávadné vodě. Je pouze na nás samotných, jak s přírodou zacházíme. Ochrana životního prostředí se v posledních letech stala fenoménem současného života a je jedním z nejdiskutovanějších a nejzajímavějších témat. Neustálé zvyšování nároků na přírodu a životní prostředí vede ke zpřísňování různých směrnic a intenzivnějšímu snaze životnímu prostředí co nejvíce odlehčit. Se znečištěním vody pocházejícího z přírodního prostředí toho člověk moc neudělá, může však velmi pomoci přírodě omezováním znečišťování antropogenního. Koneckonců, i my jsme součástí přírody a její ničení způsobuje i ničení nás samotných.

2. Cíle práce

Cílem této bakalářské práce je zhodnotit environmentální zátěž vod na území obce Bílý Kostel nad Nisou. Práce se skládá z teoretické a praktické části.

Hlavním cílem v teoretické části je především nastudování informací z dostupné literatury a internetových zdrojů týkajících se znečišťováním vod. Nejprve se zaměřím na širší okruh tohoto znečištění – definuji atmosféru, popíšu hlavní význam vody, rozdělím vodu z hlediska použití člověkem. V práci nebudou chybět ani způsoby znečištění vod, hlavní faktory způsobující znečišťování, popíši expozici, které jsou obyvatelé vystaveny, a zhodnotím její dopad na zdraví obyvatel. Poté se stručně podívám na stav znečištění vod v celém Libereckém kraji, ve kterém se mapovaná oblast vyskytuje. Dále také napíši stručnou charakteristiku vodního toku Lužická Nisa, která obcí Bílý Kostel nad Nisou protéká. Jakmile začnu mapovat samotnou obec, tak nejdříve ji lokalizuji v prostoru ČR, vypracuji její obecnou charakteristiku, jako je dostupnost, demografické údaje, apod. Vzhledem k následnému terénnímu průzkumu pro mě bude velmi důležitá právě ta dostupnost.

Praktickou část této bakalářské práce provedu přímým terénním průzkumem obce Bílý Kostel nad Nisou a následně vypracuji dle metodiky profesora Hilberta hodnocení stavu vod na území dané obce. Popíšu konkrétní vlivy na znečišťování vod a jejich intenzitu. Pomocí programu ArcGIS a metodiky poté vypracuji odtokový model obce, rozdělím obec na skupiny rizikových stresorů a po celém území vymezím odtokové bazény. Při této části práce budu pracovat s metodikou pro hodnocení environmentální zátěže vod pro obec Janův Důl.

V závěru uvedu výsledky mého terénního měření, kde jsem přímo v obci nabral do několika vzorkovnic vzorky vod, sedimentů a půd a nechal je změřit v laboratořích Technické univerzity v Liberci. Tyto hodnoty by nám měli ukázat, jak je Lužická Nisa protékající obcí znečištěná či zda se tu vyskytují nějaké místa s přesahujícími mezními hodnotami těžkých kovů. Tyto hodnoty však nebudou příliš přesné, proto budou brány pouze jako orientační s uvažováním určité nejistoty.

3. Metody

- 1, Rešerše literatury a internetových zdrojů
- 2, Metodika pro hodnocení zátěže vod obce Janův Důl
- 3, Terénní průzkum území obce Bílý Kostel nad Nisou
- 4, Terénní měření vod území obce Bílý Kostel nad Nisou
- 5, Rozhovory s odborníky, pracovníky institucí

V této bakalářské práci jsem použil několik metodologických postupů. Jako první činnost, kterou jsem se v práci zabýval, byla rešerše literatury a internetových zdrojů. Proto bylo potřeba zajít do univerzitní knihovny TUL a do krajské vědecké knihovny Liberec a nějakou literaturu si vyhledat.

Terénní průzkum jsem provedl návštěvou samotné obce. Obec Bílý Kostel n. N. jsem navštívil několikrát, celou plochu jsem si pořádně zmapoval pomocí zakreslováním do mapy, zapisováním do notýsku a fotografováním. Také jsem zde provedl měření kvality vody Lužické Nisy a jeho přítoků. Výsledky tohoto měření budou v samotné kapitole rozepsány podrobněji.

Další částí této práce byly rozhovory s odborníky, pracovníky institucí. Navštívil jsem odborníky například v Krajské hygienické stanici Libereckého kraje, Krajský úřad Libereckého kraje, Obecní úřad v Bílém Kostele nad Nisou nebo také Magistrát města Liberce. Cílem těchto návštěv bylo získání nějakých konkrétních informací o dané problematice.

Nejdůležitější částí mé práce byla metodika prof. Hilberta pro hodnocení zátěže vod území obce Janův Důl. Tato metodika se skládá ze čtyř základních otázek pro hodnocení lokální kvality vody:

- 1, Jakým způsobem a jak intenzivně působí člověk v území, jakým způsobem způsobuje snižování kvality vody ve svém okolí, co plyne z tohoto aspektu z regionálních pozicí, tedy v jakém stavu je region z aspektu kvality vody?
- 2, Do jaké míry a jak ovlivňuje geografické prostředí koncentraci či rozptyl kontaminantů v sídle i celém katastru
- 3, Jakým způsobem lze hodnotit kvalitu vody zohledněním obou aspektů tj. hodnotit časový, prostorový model environmentální zátěže v obci, katastru

4, Potřeba kvalitativního, kvantitativního hodnocení způsobem (čas, místa odběru) aby reprezentovaly tento prostorový model (Úvod do problematiky lokální kvality vody, 2012)

První otázka je zaměřená na polohu území a míru intenzity působení člověka. Ve druhé otázce se zaměříme na to, jak geografické prostředí obce ovlivňuje rozptýl kontaminantů v obci. Třetí otázka je o tom, jakými způsoby lze hodnotit environmentální zátěž vody v obci. Čtvrtá otázka se týká terénního měření, které bude níže v práci uveden.

Další částí metodiky je následující tabulka:

Tabulka č. 1 – Skupiny prvků DKS podle kombinace stresových faktorů (zdroj: Úvod do problematiky lokální kvality vody, 2012)

sign.	Opis prvku DKS	1	2	3	4	5
1	Lesy	12.1, 9.2	8.2	7.1	3.3, 4.2, 5.3	1.3
3	TTP					
4	Skupina orných půd					
5	Trvalé zemědělské kultury	Konta- minace, ropné produkty, soli	Konta- minace, chem. látky, odpad	Výfuk. plyny, ropné produkty, posypy	Výfuk. plyny, organické sloučeniny, ropné produkty, pesticidy	Organické sloučeniny (nafta)
6	Bažiny					
7	Zemědělské areály					
8	Budovy					
9	Rekreační areály					
10	Ostatní plochy v sídle					
11	Plochy odkrytého substrátu					
12	Dopravní linie, plochy					
13	Toky					

Levý sloupec v tabulce znázorňuje jednotlivé typy druhotné krajinné struktury (dále jen DKS) a jejich signatury. Ty jsou pak podle typu znečišťování přiřazovány do jedné z pěti skupin stresových faktorů. Například trvalé travní porosty (dále jen TTP) mají signaturu 3 a patří do čtvrté skupiny stresových faktorů. Tento stresový faktor označuje pesticidy, zápach prašnost. K číslu se pak přiřadí i jeho intenzita (v tabulce 3.2, 3 – TTP, 2 – intenzita). Intenzita se hodnotí od jedné do tří, jedna znamená nejvyšší

intenzitu a trojka naopak intenzitu nejnižší. V jedné z následujících kapitol se poté budu podrobněji věnovat jednotlivých kategorií DKS a jejich stresových faktorů.

Další částí metodiky je vytvoření podmínek pro rozptyl a kumulace kontaminantů pro vodu. O této části práce se více budeme bavit v kapitole 13 – Práce v programu ArcMap. Po vytvoření všech následujících kroků bude možné vytvořit výslednou mapu environmentální zátěže vod území obce Bílý Kostel n. N.

Poté, co udělám výše zmíněné kroky, budu moci vytvořit výslednou mapu environmentální zátěže vody pro katastrální území obce Bílý Kostel nad Nisou.

3.1.ArcGIS

Při práci se softwarem ArcMap jsem použil tyto metody:

Edit tool - Černá šipka označující a posouvající jednotlivé polygony, linie, apod. (funkční pouze při zapnuté editaci)

Cut polygon tool - Sloužící k vyřezávání polygonů

Intersect - Vytvoření polygonové vrstvy ze dvou a více překrývajících se vrstev

Clip - Metoda, která vyřízne překrývající se části většího polygonu nad menším

Merge - Metoda spojující dvě vrstvy v jednu a přitom odstraní hranice mezi částmi se stejnými hodnotami

Topo to Raster - Analýza v ArcToolbox sloužící k vytvoření rasterového modelu ze zadaných vrstev (vrstevnice, kóty, vodní toky, vodní plochy, hranice obce)

Raster to TIN - Sloužící k vytvoření 3D modelu nepravidelné trojúhelníkové sítě, vytváří se zpravidla z rasterového modelu (Topo to raster)

Slope - určuje sklon (svah) z každého pixelu rasterového modelu, může být v procentech nebo stupních

Curvature - Vypočítá křivost rasterového povrchu, může vyjít křivost konvexní (mínusové hodnoty), konkávní (kladné hodnoty) či nulová

Reclassify - Přiřadí jednotlivé hodnoty v rastru

Convert to polygon - Z rasterové vrstvy vytvoří vrstvu vektorovou

4. Základní pojmy

V úvodu bych nejdříve chtěl vymezit několik základních pojmů týkajících se vod:

Povrchovými vodami jsou vody přirozeně se vyskytující na zemském povrchu; tento charakter neztrácejí, protékají-li přechodně zakrytými úseky, přirozenými dutinami pod zemským povrchem nebo v nadzemních vedeních.

Podzemními vodami jsou vody přirozeně se vyskytující pod zemským povrchem v pásnu nasycení v přímém styku s horninami; za podzemní vody se považují též vody protékající drenážními systémy a vody ve studních.

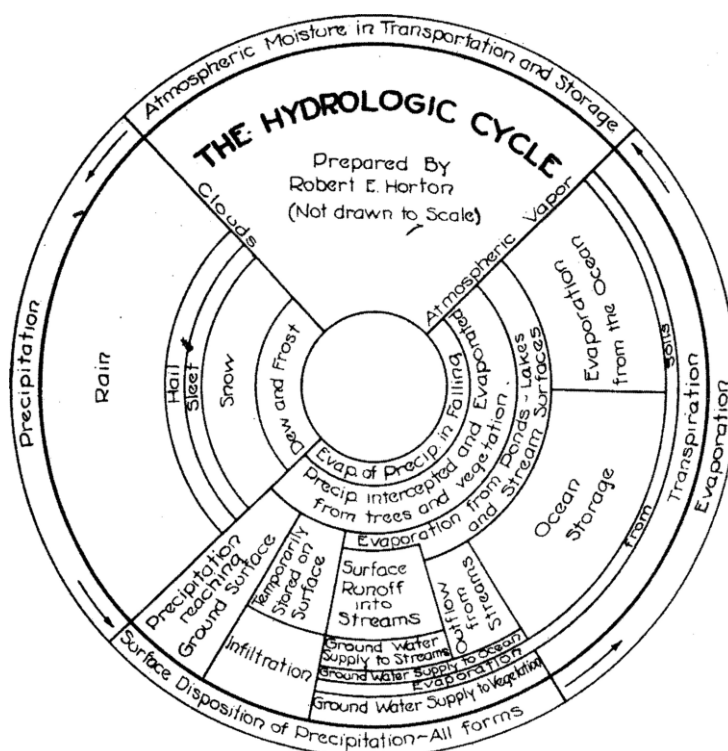
Vodním útvarem je vymežitelné významné soustředění povrchových nebo podzemních vod v určitém prostředí charakterizované společnou formou jejich výskytu nebo společnými vlastnostmi vod a znaky hydrologického režimu; vodní útvary jsou přírodní a umělé; umělé vodní útvary jsou vytvořené lidskou činností.

Vodním zdrojem je vodní útvar povrchové nebo podzemní vody, kterou lze použít pro uspokojení potřeb člověka.

Povodí je území, ze kterého veškerý povrchový odtok odtéká sítí vodních toků k určitému místu vodního toku (obvykle soutok s jiným vodním tokem nebo vyústění vodního toku do jiného vodního útvaru). Povodí je ohraničeno rozvodnicí, kterou je myšlená hranice geomorfologického rozhraní mezi sousedními povodími. Plocha povodí zahrnuje také plochy povrchových vodních útvarů v povodí (Vodní zákon, §2).

5. Hydrosféra

Hydrosféra je vodní obal země. Je to veškerá voda nahromaděná v určitém okamžiku ve **vodním útvaru**, tj. v různých formách trvalého nebo dočasného soustředění vody na zemském povrchu (ve sněhové pokrývce, ledovcích vodních tocích a nádržích, bažinách), v zemské kůře (v pramenech, podzemním ledu, zvodních) i v dalších formách (ve světovém oceánu, atmosféře, atd.). Schéma hydrosféry je souhrnně vyjádřeno dle Hortona (obr. č. 1). (Horník, a kol., 1982, s. 80)



Obrázek č. 1 – Hydrologický cyklus dle Hortona (Jandora, 2002)

6. Voda

6.1. Charakteristika vody

Význam vody v krajině je závislý nejen na jejím množství, na vodním bohatství, ale také na její kvalitě. Voda je obnovitelný přirozený zdroj a zároveň nenahraditelnou částí životního prostředí člověka a všech rostlinných a živočišných ekosystémů. Je podmínkou existence života. Základní charakteristikou vody je její pohyblivost a neustálý oběh, který probíhá ve dvou hlavních oblastech – oběh vody v přírodním prostředí a oběh vody v uživatelských systémech. Hranici mezi oběma systémy tvoří odběry a vypouštění vody. Vzhledem k vysoké „křehkosti“ kvality je třeba dodržovat systematickou ochranu vody a hospodaření s jejími zdroji. Velmi důležitým faktorem je také správné a odpovědné využívání a ochrana vodního bohatství.

Jedna molekula vody se z chemického pohledu skládá z jednoho atomu kyslíku a ze dvou atomů vodíku. Voda se na celé planetě víceméně nevyskytuje nikde v čistém stavu (destilovaná voda), ale vždy jsou v ní přítomny různé příměsi a sloučeniny, zejména chloridy, sírany, bromidy, uhličitany nebo také i plyny (Slavík, a kol., 2007, s. 28).

6.2. Zákon o vodách (vodní zákon)

Účelem tohoto zákona je chránit povrchové a podzemní vody, stanovit podmínky pro hospodárné využívání vodních zdrojů a pro zachování i zlepšení jakosti povrchových a podzemních vod, vytvořit podmínky pro snižování nepříznivých účinků povodní a sucha a zajistit bezpečnost vodních děl. Zákon upravuje právní vztahy k povrchovým a podzemním vodám, vztahy fyzických a právnických osob k využívání povrchových a podzemních vod, jakož i vztahy k pozemkům a stavbám, s nimiž výskyt těchto vod přímo souvisí, a to v zájmu zajištění trvale udržitelného užívání těchto vod, bezpečnosti vodních děl a ochrany před účinky povodní a sucha (Vodní zákon, §1).

6.3. Dělení vody

Voda náleží mezi nejvíce rozšířené látky na Zemi. Vyskytuje se na zemském povrchu jako povrchová voda, pod povrchem jako voda podpovrchová a v atmosféře.

Povrchová voda se trvale nachází v oceánech, mořích, v říční síti stálých vodních toků, v ostatních přirozených vodních útvech (ledovce, jezera, močály,

bažiny) a v umělých vodních nádržích (rybníky, nádrže). Kromě v těchto stálých forem se voda může vyskytovat i v dočasných formách, tj. v říční síti občasných vodních toků, v zaplavovaných územích, v povrchovém nesoustředěném odtoku (ronu) či ve sněhové pokrývce a ledu. Tyto vody pocházejí ze srážek (dešťových či sněhových), ledovců a podzemních vod vytékajících na povrch ve formě pramenů nebo skrytých vývěrů v korytech vodních toků.

Podpovrchová voda je obsažena v pórech půdního profilu (voda půdní), dále v průlinách, puklinách i dutinách hornin (voda podzemní), a v podobě podzemního ledu v dlouhodobě zmrzlé půdě.

Voda v atmosféře se vyskytuje jak ve formě vodní páry, tak ve skupenství kapalném (déšť) a pevném (sněhové vločky, kroupy, krupky). (Horník, a kol., 1982, s. 80)

6.4. Složení vody

Jak jsem již psal výše, tak v přírodě neexistuje chemicky naprosto čistá voda – vždy má v sobě určitý obsah plynů a rozpuštěných pevných látek, které se do vody dostávají vyluhováním z hornin nebo se srážkovou vodou. Z minerálních solí jsou ve vodě nejvíce rozpuštěny chloridy (chlorid sodný), sírany a uhličitany. V menším množství ve vodách bývají železo a mangan a jen v nepatrném množství i dusičnany, dusitany a amoniak. Také se v povrchových vodách vyskytují i některé látky organického původu (kyselina huminová, močová, aminokyseliny). Z plynů jsou zde nejvíce ve vodě zastoupeny kyslík a dusík, které se do ní dostávají převážně ze vzduchu. Rozkladem organických látek se v menším množství ve vodě vyskytuje i oxid uhličitý.

Množství kyslíku ve vodě je jedním z nevýznamnějších ukazatelů pro posuzování čistoty vody, neboť na jeho obsahu závisí samočisticí schopnost toků a vodních nádrží. Při dostatečném množství kyslíku se ve vodě odstraňuje znečištění aerobními procesy, což znamená, že se znečištění velmi rychle snižuje (Braniš, 2004, s. 113-114).

6.5. Dostupnost vody

Dle studií je roční spotřeba vody na osobu přibližně mezi 7 – 8 tis. m³ (voda pitná, užitková, provozní i odpadní dohromady). Všechno obyvatelstvo na světě by tak spotřebovalo pouze asi 3 – 4 tis. km³ vody ročně, což je méně než polovina vody, kterou můžeme odebírat. Jediným problémem tak zůstává dostupnost vody – oblasti

s vysokými srážkami, vysokou zásobou podzemní vody a menší rychlostí výparu budou mít k dispozici daleko více vody. Ve spoustě oblastí s velkým přírůstkem obyvatel jsou tak zdroje vody malé. Růst populace však není jediným faktorem, který ovlivňuje dostatek pitné a užitkové vody. Odběr vody je také závislý na současně rostoucí průmyslové aktivitě.

Vzhledem k tomu, že více jak 96,5% veškerých vod je slaných a tudíž nejsou vhodné k pití, k zavlažování ani pro jiné způsoby využití vod, lidé tak musí sahát po vnitrozemských zdrojích. Ze zbývajících 3,5%, které tvoří sladkou vodu, je jen 0,3% zdrojů použitelná pro lidskou potřebu. Většina této použitelné vody se nachází v ledovcích (zhruba 69%), 30% tvoří podzemní vody a zbytek představuje voda povrchová a atmosférická (Braniš, 2004, s. 114-115).

6.5.1. Dostupnost vody v ČR

Vzhledem k tomu, že Česká republika je vnitrozemský stát, vody je tu tak celkem nedostatek. Navíc z důvodu neustálého rozšiřování sídlišť, průmyslu a zemědělství se neustále zvyšují požadavky na množství vody. Dnes u nás od roku 1954 platí pro hospodaření směrný vodohospodářský plán, podle kterého byla provedena základní bilance vody na našem území a stanoveny možnosti a způsoby zásobování s vodou, odstraňování a zneškodňování odpadních vod a ochrany jakosti povrchových toků a nádrží.

V České republice lze pitnou vodu získat například z přirozených podzemních vod, vodárenských nádrží nebo také přímým odběrem z toků. Podzemní voda se vyskytuje pod zemským povrchem a vzniká vadózně (prosakováním srážkových a povrchových vod) nebo juvenilně (kondenzace vodních par unikajících z chladnoucího magmatu v zemském nitru). Většina podzemních a povrchových vod však vyžadují vhodnou a zdravotně nezávadnou úpravu a pravidelnou kontrolu jakosti. Převážná část potřeby vody pro obyvatelstvo v ČR kryje odběry z vodních toků či vodárenských nádrží. Dnes je přibližně 70% domácností zásobováno vodou z vodovodu, zatímco zbytek obyvatelstva individuálními zdroji (například domovní studně) sloužící zpravidla pouze pro úzký okruh lidí. (Ministerstvo zemědělství, 2006)

6.6.Voda a člověk

Člověk je na vodě nejen velmi závislý, ale také se z ní minimálně 60% skládá. Denně přijímá okolo 2 litrů vody (z toho 1 litr v potravinách, 1,3 litru v nápojích). Naopak člověk denně vyloučí cca 2,5 l (z toho 1,5 l močí, 0,5 l kůží, 0,35 - 0,5 l výparem z plic a 0,1 - 0,15. Tento vyšší výdej je umožněn tvorbou metabolické vody, která v těle vzniká oxidací živin. Při práci v horku může ztráta tekutin kůže dosahovat až 0,5 l za hodinu i více.

Tabulka č. 2 – Základní činnosti člověka a jejich spotřeba vody (v litrech, na osobu a den), (XBIZON, s. r. o., 2010)

Činnost	Spotřeba vody
Splachování toalety	3 – 12
Mytí rukou	3
Mytí nádobí v myčce	10 – 30
Práce v kuchyni	5 – 7
Pití	1,5 – 3
Mytí automobilu	200
Praní v pračce	40 – 90
Sprchování	30 – 80
Koupele ve vaně	100– 150

6.6.1. Dělení vody z hlediska využití člověkem

Z hlediska využití vody člověkem členíme vody zpravidla na vody **pitné a vody jiné než pitné**. Do vody jiné než pitné patří voda užitková, provozní a odpadní.

„Pitná voda je zdravotně nezávadná voda, která ani při trvalém požívání nevyvolá onemocnění nebo poruchy zdraví přítomností mikroorganismů nebo látek ovlivňujících akutním, chronickým či pozdním působením zdraví fyzických osob a jejich potomstva, jejíž smyslově postižitelné vlastnosti a jakost nebrání jejímu požívání a užívání pro hygienické potřeby fyzických osob.“ (definice pitné vody, v zákoně 258/2000 Sb.).

Převážná část pitné vody na území ČR je možné získávat z vodárenských nádrží nebo přímým odběrem z toků. Stablnější a výhodnější jsou však odběry z vodárenských nádrží. Voda se víceméně nikde nevyskytuje v čistém stavu (destilovaná voda), ale vždy jsou v ní přítomny různé příměsi a sloučeniny, zejména chloridy, sírany, bromidy,

uhličitany nebo také i plyny. Některé jsou důležité, nebo dokonce nezbytné pro správnou funkci lidských orgánů, jiné jsou neškodné, pokud jejich obsah nepřekročí nejvyšší mezní hodnoty stanovené závaznými hygienickými předpisy. Voda proto musí splňovat parametry a limity těchto sloučenin stanovené vyhláškou 252/2004 Sb., a to v místě, kde je spotřebovávána. Hygienické limity se stanoví jako nejvyšší mezní hodnoty, mezní hodnoty a doporučené hodnoty. Doporučené hodnoty jsou nezávazné hodnoty ukazatelů jakosti pitné vody, které stanoví minimální žádoucí nebo přijatelnou koncentraci dané látky, nebo optimální rozmezí koncentrace dané látky. Mezní hodnota je hodnota organoleptického ukazatele jakosti pitné vody, jejích přirozených součástí nebo provozních parametrů, jejíž překročení obvykle nepředstavuje akutní zdravotní riziko. Není-li u ukazatele uvedeno jinak, jedná se o horní hranici rozmezí přípustných hodnot. Nejvyšší mezní hodnota je hodnota zdravotně závažného ukazatele jakosti pitné vody, v důsledku jejíhož překročení je vyloučeno použití vody jako pitné. Nedodržení nejvyšší mezní hodnoty nebo mezní hodnoty jakéhokoli ukazatele je povinen provozovatel neprodleně prošetřit, zjistit jeho příčinu a přijmout účinná nápravná opatření. O těchto skutečnostech je povinen neprodleně informovat orgán ochrany veřejného zdraví. (zákon č. 258/2000 Sb.)

Užitková voda je hygienicky nezávadná, která však není určena k pití nebo k vaření. Používá se k mytí, koupání, k určitým výrobním účelům nebo také i k napájení hospodářských zvířat (pokud odpovídá limitním podmínkám pro požívání vody zvířaty).

Provozní voda je využívána především pro různé technické účely. Limitní obsah látek je zde závislý na jednotlivých požadavcích technologie. Kvalita této vody není jednoznačně definována předpisy. Příkladem provozní vody je dešťová voda používaná k zalévání zahrady, splachování záchodů, užívaná v myčkách pro automobily či jako užitková voda pro závody, statky.

Odpadní voda je voda, jejíž kvalita již byla zhoršena lidskou činností. Jsou to vody, které pochází z fekálií, moče, odpadů z domácností, škol, apod. (komunální odpadní vody) nebo ty vody, jež byly použité v průmyslových či zemědělských závodech (průmyslové a zemědělské odpadní vody). Odpadní voda musí být před vypuštěním zpět do řeky vyčištěna. To mají na našem území na starosti Severočeské vodovody a kanalizace, a. s. (SČVK), které mají na starosti liberecký a ústecký kraj. Na svém zájmovém území mají společnost rozmístěných spoustu čističek odpadních vod.

Vlastníky SČVK jsou akciové společnosti Veolia voda ČR a Severočeská vodárenská společnost (Kožíšek, a kol., 2006, s. 15).

6.7. Znečišťování vody

Ještě před několika lety byla možnost získávání pitné vody například čerpáním podzemní vody, dnes již málokdy tato voda bývá dostatečné kvality. Je známo, že voda bývá velmi náchylná ke znečištění, především z důvodu samotného charakteru vody nebo činností člověka. Voda je totiž výborné rozpouštědlo a rozpouští nebo do sebe přijímá cokoli, co s ní přijde do styku (Braniš, 2004, s. 116-117).

6.7.1 Typy znečištění

Znečištěním se rozumí obohacení vody o látky, které jsou nebezpečné pro zdraví člověka. Nemusí jít však pouze o znečištění způsobené člověkem (neboli **antropogenní**), ale také i o výskyt látek, které se do vody dostávají z geologického podloží (**přírodní znečištění**). U podzemních vod však bývají druhy znečištění od vod povrchových poněkud odlišné. Antropogenní znečištění jsou však oproti znečištění přírodnímu v současnosti o hodně nebezpečnější. Patří mezi ně zdroje, které jsou nějakým způsobem vytvářeny lidskou činností – neboli průmyslové a zemědělské podniky, splachy z komunikací, lidských sídel, apod.

V registru znečišťování se vedou údaje pouze o tzv. „**bodových**“ zdrojích znečištění (průmyslové závody, zemědělské výroby, atd.). Jsou to převážně odpadní vody z dobře zjištěných míst. U tohoto typu znečištění lze dobře předvídat složení a koncentraci látek. Původci jsou tak velmi dobře sledovatelní a vypouštění odpadních vod platí poplatky i pokuty. Dalšími významnými zdroji znečištění povrchových a podzemních vod však mohou být i „**plošné**“ zdroje znečišťování (smyvy ze zemědělských polí, pastvin, velkých oblastí). Tyto druhy znečišťování však nejsou v registru znečišťování podchyceny a jejich zachycení je proto velmi obtížné. Posledním takovým typem znečišťování jsou „**liniové**“ zdroje znečištění. Liniovými zdroji znečištění rozumíme například zvýšený obsah chloridů z důsledku zimního solení komunikací nebo také jiné zdroje znečištění pocházející z komunikací.

Nejrozšířenějším problémem znečištění podzemních vod je antropogenní kontaminace dusičnany ze zemědělství, u malých zdrojů (studní) to může také být kontaminace ze špatně odváděných odpadních vod z domácností. Zatímco znečištění

rovnými látkami, organickými rozpouštědly, těžkými kovy, umělými hnojivy a dalšími lokálním průmyslovým znečištěním je na území ČR poměrně vzácné, tak vzhledem k velké rozmanitosti geologického podloží se můžeme často setkat s vyšším obsahem některých nežádoucích prvků (arzen, berylium, antimon, fluoridy).

U povrchových vod se vzhledem k výraznému zlepšování kvality setkáváme s těžkými kovy, fenoly a dalšími průmyslovými odpadními látkami pouze zřídka. Největším znečištěním je, stejně jako u vod podzemních, plošné znečištění ze zemědělství. Také potom pesticidy a dusičnany z lesnictví a běžné bodové znečištění ze špatně čištěných komunálních odpadních vod, splachů z pastvin nebo také ze živočišné výroby, kde se mohou vyskytovat také velké množství chemikálií a léků využívané člověkem (Braniš, 2004, s. 120).

6.7.2 Klasifikace jakosti povrchových vod

Jakost tekoucí vody se stanovuje odebráním vzorků. Jsou tak analyzovány obecné, fyzikální a chemické ukazatele jakosti vody. Výsledky měření jsou pak dále zpracovávány. Pro všeobecnou informaci a zejména k porovnání jakosti vody na různých místech a v různém čase se provádí klasifikace jakosti tekoucích povrchových vod do pěti tříd jakosti vody podle ČSN 75 7221 (Jakost vod - Klasifikace jakosti povrchových vod):

I. třída (neznečištěná voda) – stav povrchové vody, který nebyl významně ovlivněn lidskou činností, při kterém ukazatele jakosti vody nepřesahují hodnoty odpovídající běžnému pozadí v tocích. Tyto vody jsou vhodné pro vodárenské účely, potravinářský průmysl, koupaliště či chov lososovitých ryb.

II. třída (mírně znečištěná voda) – stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které umožňují existenci bohatého vyváženého a udržitelného ekosystému. Tato voda je vhodná k vodárenským účelům, chovu ryb, vodním sportům, zásobování průmyslu.

III. třída (znečištěná voda) – stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které umožňují existenci bohatého, vyváženého a udržitelného ekosystému. Je vhodná jen pro zásobování průmyslu, pro vodárenství pouze podmíněčně, není-li vhodnější zdroj.

IV. třída (silně znečištěná voda) – stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které vytvářejí podmínky

umožňující existenci pouze nevyváženého ekosystému. Voda je využívána pouze pro omezené účely.

V. třída (velmi silně znečištěná voda) – stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které vytvářejí podmínky umožňující existenci pouze silně nevyváženého ekosystému. Tento typ vody se obvykle nehodí pro žádný účel (Šmída, 2008).

Při tomto měření se sledují převážně ukazatele jako je teplota vody (°C), reakce vody, elektrolytická konduktivita (mS.m-1), biologická spotřeba kyslíku – BSK5 (mg.l-1), chemická spotřeba kyslíku dichromanem – CHSKcr (mg.l-1), amoniakální a dusičnanový dusík (mg.l-1) nebo celkový fosfor (mg.l-1), (Ministerstvo zemědělství, 2008).

6.7.3 Faktory způsobující znečišťování vody

6.7.3.1 Patogenní organismy

Patogenní organismy jsou viry, bakterie, prvoci, houby nebo také živočichové (cizopasní červi). Jedná se o znečištěnou vodu, která vzniká například v odpadních vodách, lidských sídlech nebo ze zemědělské výroby, je nevhodná k požívání i zavlažování. Každý vir, bakterie či prvok je pro každého jedince jinak nebezpečný. Záleží hlavně na imunitě organismu. Zvláště ohrožení jsou malé děti, staří jedinci a lidé s poruchami imunity (AIDS, rakovina, choroba krve, atd.). Většina těchto patogenních organismů je však velmi málo rezistentní vůči **chlóru**. Chlór tak zabraňuje množení zárodků bakterií a zaručuje uchování kvality vody ve vodovodech. Tento prvek se do pitných vod přidává ve velmi malých dávkách. V ČR je povolen obsah chloru v pitné vodě maximálně do 0,3 mg/l. Nadměrný obsah chlóru v pitné vodě totiž může nepříznivě ovlivnit pach a chuť vody a také může způsobovat nárůst THM.

Enteroviry – je skupina virů žijící v zažívacím traktu teplokrevných živočichů. Malé množství těchto mikroorganismů může znamenat ohrožení pro zdraví člověka. Mohou způsobovat žaludeční, střevní problémy nebo také infekční žloutenku typu A.

Enterokoky – jsou skupina virů fekálního původu žijící v zažívacím traktu teplokrevných živočichů. Jsou rezistentní proti vysokému pH a i malé množství má negativní účinky na zdraví člověka. Může způsobovat infekce močových a žaludečních cest.

Termotolerantní koliformní bakterie – další z typů znečištění fekálního původu. Stejně jako u enterokoků má zvýšená hodnota za následek infekce močových a žaludečních cest.

Koliformní bakterie – další druh bakterií vyskytující se ve vodách. Při zvýšeném nálezu způsobuje infekci močových a žaludečních cest.

Salmonela – jsou bakterie fekálně lidského původu, které mohou způsobovat průjemová onemocnění. Může být přenášena i ptáky. V některých případech onemocnění může k velmi vážnému onemocnění. Tento druh bakterií může vyvolat nemoc zvanou salmonelóza.

Legionela – bakterie způsobující legionářskou nemoc (těžký zápal plic) a horečku (Kožíšek, a kol., 2006).

6.7.3.2 Netoxické organické látky

Netoxické organické látky jsou například tuky, bílkoviny, polysacharidy či zbytky rostlinných i živočišných tkání, které mohou být obsaženy v odpadních vodách z textilního, potravinářského a papírenského průmyslu. Tyto látky se ve vodě dále rozkládají, přičemž je spotřebováván kyslík. Při vyčerpání kyslíku dojde k hromadnému odumírání většiny rostlin a živočichů (mimo některých druhů bakterií schopných žít bez kyslíku). Tato závažná estetická závada je navíc doprovázená nepříjemným zápachem. Rozklad organických látek v takových vodách probíhá velmi pomalu.

Chlor a sloučeniny chloru – chlor je vysoce reaktivní plyn. Ve vodě se vyskytuje především vázaný a v malé míře volný. Voda obsahuje různá množství organických a jiných látek, s kterými chlor reaguje za vzniku různě škodlivých látek, které lze z vody odstranit pouze speciální úpravou. Volný chlor během krátké doby z vody vyprchá. (Braniš, 2004, s. 117).

6.7.3.3 Nadměrný obsah živin

Živiny jsou rozpustné soli (dusičnany a fosforečnany), které jsou obsaženy v zemědělských hnojivech a jsou potřebné pro růst rostlin. Tento typ látek se do vod dostává v podobě smyvů z polí a pastvin nebo také i ze septiků a hnojišť. Vzhledem k tomu, že fosforečnany se vyskytují hlavně v mycích a pracích prostředcích, tak se také živiny do vod dostávají jako splaškové vody z lidských sídel. Vznik nadměrného obsahu živin se nazývá eutrofizace – má za následek nárůst řas a sinic, tímto roste spotřeba kyslíku a tak vzniká znečištění netoxickými organickými látky.

Dusičnany – jsou sice přirozenou součástí vod, ale při zvýšení jejich obsahu mohou vyvolat u citlivých skupin obyvatel (kojenci, děti) methemoglobinémii. Nelze zcela vyloučit i karcinogenitu vyvolanou prostřednictvím N- nitrososloučenin (Braniš, 2004, s. 117).

6.7.3.4 Toxické kovy

Při těžbě a zpracování rud nebo z chemického průmyslu se mohou do vod dostat rozpustné nebo nerozpustné sloučeniny některých kovů (olovo, rtuť, zinek, měď, kadmium, chrom, nikl, arsen). Postupným uvolňováním nebo rozpouštěním pak kontaminují vodu. Jsou zdrojem škodlivých látek kdykoli po náhodném zvržení usazenin. Rozpustnost kovů ve vodě je kontrolována hodnotou pH. Hodnota pH je hodnota, která ukazuje na množství kationtů vodíku v roztoku (míra kyselosti či zásaditosti). Její rozmezí je od 0 (kyselost) po 14 (zásaditost), s tím že obvyklá hodnota pH je v rozmezí 6 – 8.

Olovo – přestože dnes už je poměrně vzácné, tak jedním z nejčastěji se vyskytujících těžkých kovů v ČR je právě olovo. Vyskytuje se převážně ve vodách, kde se vyskytují stará olověná potrubí. Nejhorší vlastností olova je, že ho lidské tělo nedokáže vylučovat. Má za následek krevní tlak a u těhotných žen a malých dětí může vést k poškození vyvíjející se nervové tkáně (narušení inteligence a chování, dyslexie, poruchy koncentrace), (Braniš, 2004, s. 118).

6.7.3.5 Toxické organické látky

Jedovaté organické látky přecházejí do vody při zpracování ropy a uhlí, při výrobě barev a laků nebo při produkci a aplikaci pesticidů. Ve vodě jsou nerozpustné nebo jen nepatrně. Toxicita nemusí být vždy velká, přesto ale svým zápachem znemožní využití vody. Detekce těchto látek je velmi obtížná, jelikož jde zpravidla o velmi nízké koncentrace ve vodě (Braniš, 2004, s. 118).

6.7.3.6 Kyselé srážky

Při spalování uhlí, ropy a plynu vznikají oxidy síry a dusíku. Tyto plyny se ve srážkové vodě rozpouštějí a s deštěm (sněhem) se dostávají od vodního prostředí. Takto vzniká jev známý jako acidifikace (okyselování) vod. Čím je pH hodnota nižší tím jsou vody kyselejší. Kyselost však nevyhovuje ani většině druhů ryb ani planktonu. Navíc jsou díky velké kyselosti uvolňovány některé sloučeniny a prvky, které mohou být i

toxické (hliník). V dnešní době je ve vyspělých státech většina elektráren vybavena odsiřovacími zařízeními, takže se acidifikace postupně snižuje (Braniš, 2004, s. 119).

6.7.3.7 Odpadní teplo

Vypouštěním vody sloužící k ochlazení některých průmyslových procesů či k ohřívání vody v domácnostech dochází ke zvýšení teploty povrchové vody v tocích. Toto může ovlivnit skladbu společenstev vodních organismů, snižuje nasycenost vody kyslíkem a usnadňuje přežívání chorobotvorných mikroorganismů (Braniš, 2004, s. 119-120).

6.7.3.8 Radioaktivita

Do vody se také mohou těžbou a zpracováním uranové rudy dostávat různé radioaktivní látky (radium, thorium, uran). Při delším styku organismu s radioaktivním zářením se zvyšuje možnost rakoviny (Braniš, 2004, s. 120).

6.8 Požadavky na kvalitu a množství vody

- musí být bakteriologicky nezávadná
- má obsahovat určité množství minerálních látek, především vápník a hořčík
minerální soli a různé stopové prvky
- měla by obsahovat co nejméně různých organických látek
- měla by obsahovat méně dusičnanů než 15 mg/litr
- neměla by obsahovat žádné jedovaté a rakovinotvorné látky (např. různé polychlorované org. sloučeniny, těžké kovy, atp.)
neměla by obsahovat chemické látky, které nejsou její přirozenou součástí (saponáty, ropné látky, apod.)

7. Znečištění vod v Libereckém kraji

Veškeré vody jsou v Libereckém kraji odváděny do tří řek. Celá západní část kraje je odvodňována řekou Ploučnicí, pramenící u obce Osečná pod Ještědem a ústící u Děčína do Labe. Východ Libereckého kraje leží v povodí horního Labe (mezi nejvýznamnější vodní toky zde patří řeka Jizera, Oleška či Mohelka) a severní část je odváděna řekou Lužická Nisa (největší přítoky řeky Černá Nisa, Jeřice nebo Smědá).

Na území kraje zasahují tři rozsáhlé chráněné oblasti přirozené akumulace vod (CHOPAV). Největší tato oblast na území je CHOPAV Severočeská křída, která zabírá skoro celý okres Česká Lípa, ORP Turnov a také část ORP Liberec. Zbylé chráněné oblasti jsou CHOPAV Jizerské hory a CHOPAV Krkonoše. Chráněné oblasti přirozené akumulace vod jsou oblasti, které svými přírodními podmínkami tvoří významnou přirozenou akumulaci vod. V těchto oblastech se zákonem zakazuje například zmenšovat rozsah lesních pozemků a odvodňovat je, odvodňovat zemědělské pozemky, těžit rašelinu nebo provádět zemní práce, které by vedly k odkrytí souvislé hladiny podzemních vod. Zatímco Severočeská křída je CHOPAV podzemní vody, tak Jizerské hory a Krkonoše jsou CHOPAV vody povrchové.

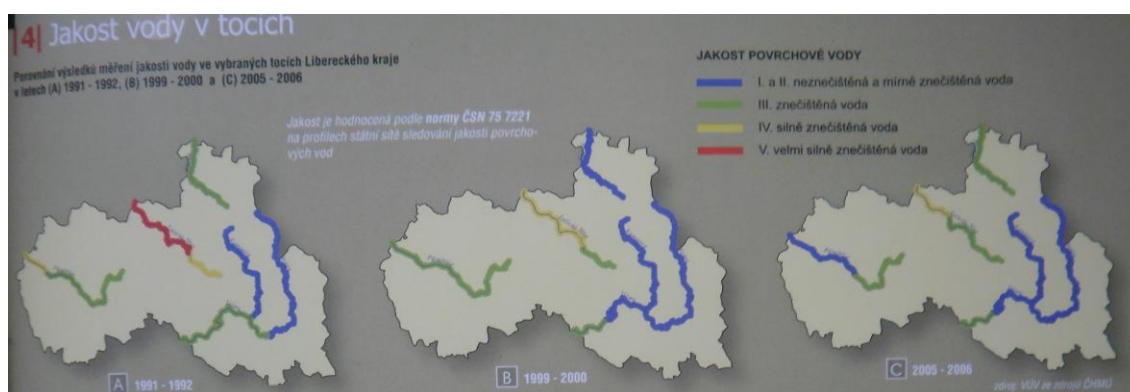
Liberecký kraj patří k vodohospodářsky významným oblastem a z hlediska zásob podzemních vod patří k nejbohatším v České republice. Podzemní vody se v kraji se nacházejí převážně na jižní hranici kraje a jsou vysoké kvality. Kvalita povrchových vod se na hlavních tocích Libereckého kraje postupně zlepšuje, zejména díky významnému úbytku průmyslových znečišťovatelů v důsledku hospodářských změn v 90. letech. Významně se také na snižování znečišťování vod podílí i výstavba a rekonstrukce čistíren odpadních vod. Kvalita podzemních vod je zde ohrožována především existencí starých ekologických zátěží.

K hodnocení stavu a vývoje hydrosféry a ochrany zdrojů pitné vody se v Libereckém kraji pravidelně provádí monitorování jakosti povrchových vod. Provádí se tak analýzy několika toků (profilů – místa u soutoku řek či u větších sídel) a zjišťuje se zlepšení či zhoršení kvality vody a vodní toky se zařadí do pěti tříd podle klasifikace jakosti povrchových vod. Většina vodních toků v Libereckém kraji se dle této jakosti v současnosti řadí do I., II. a III. třídy (viz obrázek č. 3). Mezi nejdůležitější ukazatele patří ukazatel biologické spotřeby kyslíku (BSK_5) a dusičnanový dusík ($N-NO_3^-$). U biologické spotřeby kyslíku se jedná o rychlost, s jakou se kyslík ztrácí z vody při jejím očišťování. Čím více je voda kontaminovaná, tím více kyslíku je potřeba. Dusičnanový

dušík se nachází v hnojivech, polích a ve fekáliích. Podporuje také (společně s fosforem a dusíkem amoniakálního) růst vodních mikroorganismů (Šmída, a kol. 2008).



Obr. č. 2 – CHOPAV v Libereckém kraji (Šmída, a kol. 2008)



Obrázek č. 3 – jakost vody ve vodních tocích v jednotlivých letech (Šmída, a kol. 2008)

Ukazatel	Měrná jednotka	Třída				
		I	II	III	IV	V
biochemická spotřeba kyslíku pětidenní	mg.l ⁻¹	<2	<4	<8	<15	>=15
chemická spotřeba kyslíku dichromanem	mg.l ⁻¹	<15	<25	<45	<60	>=60
amoniakální dusík	mg.l ⁻¹	<0,3	<0,7	<2	<4	>=4
dusičnanový dusík	mg.l ⁻¹	<3	<6	<10	<13	>=13
celkový fosfor	mg.l ⁻¹	<0,05	<0,15	<0,4	<1	>=1
saprobní index makrozoobentosu	číslo	<1,5	<2,2	<3,0	<3,5	>=3,5

Mezní hodnoty jednotlivých kvalitativních ukazatelů jakosti povrchových vod

Obrázek č. 4 – Mezní hodnoty jednotlivých kvalitativních ukazatelů jakosti povrchových vod (Šmída, a kol. 2008)

8. Povodí Labe

Povodí Labe je státní podnik. Její náplň činnosti je výkon správy povodí, kterou se rozumí správa významných i drobných vodních toků a nádrží, činnosti spojené se zjišťováním a hodnocením stavu povrchových a podzemních vod v oblasti povodí horního a středního Labe a další činnosti, které vykonávají správci povodí podle zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), zákona č. 305/2000 Sb. Má celkem pět provozních středisek: Hradec Králové (hlavní), Pardubice, Jablonec nad Nisou, Střední Labe a Dolní Labe. Bílý Kostel nad Nisou se nachází na území provozního střediska Jablonec nad Nisou.

Státní podnik Povodí Labe spravuje celkem 276 vodních toků s celkovou délkou 3844,5 km, z toho 157 toků významných (3560,1 km) a 119 drobných (284,4 km). V kategorii významných vodních toků je zahrnuto 39 hraničních toků, které tvoří v délce 109,2 km státní hranici, z toho 3 toky tvoří hranici s Německem (6,8 km) a 36 toků s Polskem (102,4 km). Více než 94% plochy povodí připadá povodí řeky Labe a zbylých 6% povodí řeky Odry. Plocha zasahuje do 7 krajů a do obvodu 62 obcí s rozšířenou působností (Povodí Labe, 2011).



Obr. č. 5 - Administrativní členění Povodí Labe (Povodí Labe, 2011)

9 Lužická Nisa

9.1 Obecná Charakteristika

Řeka Lužická Nisa je sice součástí povodí Odry, díky své poloze však spadá do oblasti povodí Horního a středního Labe. Řeka k tomuto hydrologicky sourodému povodí byla přerazena především pro účely plánování v oblasti vod. Lužická Nisa pramení v blízkosti obce Nová Ves nad Nisou, západně od města Jablonec nad Nisou, ve výšce 765 m n. m. Řeka, která tvoří osu Žitavské pánve, zprvu teče na sever, po několika kilometrech se však prudce stáčí na východ směrem do Jablonce nad Nisou. Při průtoku Libercem se směr toku stáčí na severozápad a takto směřuje až k hranicím. Cestou Lužická Nisa nabírá několik jiných menších řek či potoků, nejvýznamnější jsou pravděpodobně Rýnovická a Černá Nisa, Jeřice nebo také Smědá (za hranicí ČR). Všechny větší přítoky Lužické Nisy se nacházejí na pravé straně povodí. Celková délka toku na území České republiky činí 55,6 km. Za hranicemi poté řeka tvoří 199 kilometrů dlouhé hranice mezi Polskem a Německem, poté se Lužická Nisa vlévá po levé straně do řeky Odry, jejíž úmoří se nachází v Baltském moři. Průměrný sklon řeky na území ČR je 1% a velikost povodí činí 455 km², což je přibližně 20% s Německou a Polskou částí dohromady (4403 km²). Povodí Lužické Nisy bylo vybráno jako jedno z 15 evropských pilotních povodí. (Ministerstvo zemědělství, 2005)



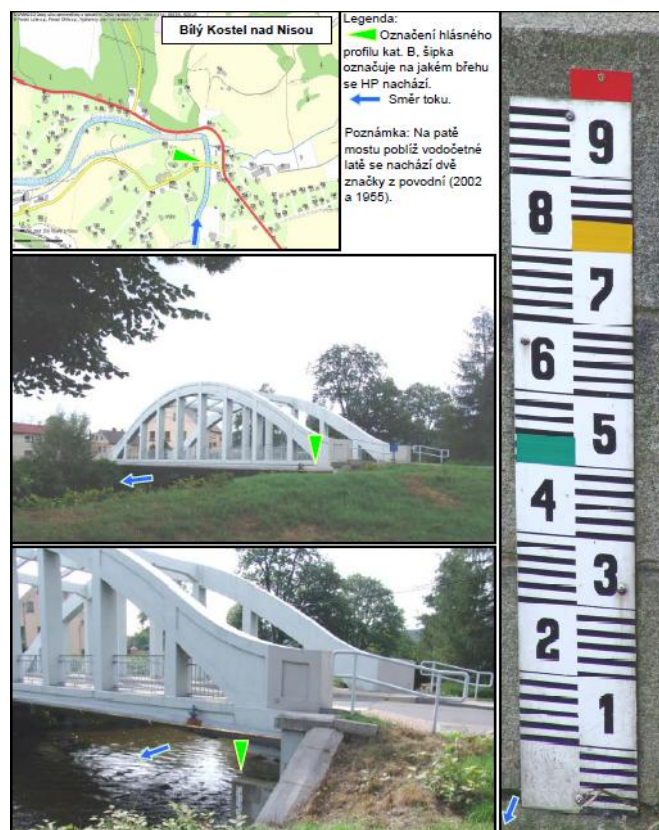
Obr. č. 6 – Oblast povodí Horního a středního Labe v kontextu mezinárodních povodí (Mze, 2005)

9.2 Lužická Nisa v obci Bílý Kostel nad Nisou

Vodní tok Lužická Nisa na území obce vtéká z jihovýchodu, kde obec hraničí s obcí Chrástava. Přímo na vodním toku se nachází průmyslový areál MIPA CZ s.r.o. zabývající se v odvětví strojírenské výroby kovovýrobou a svařováním ocelových konstrukcí. Tento podnik je zaměřen na automobilový průmysl, převážně na nákladní automobily. Poté teče na sever do intravilánu, zatímco po levé straně toku má po celou dobu železniční trať a silnici třetí třídy. Právě tato silnice sleduje tok řeky na celém území katastrálního území, dokonce se Lužická Nisa i kříží se silnicí první třídy E442. Proto na první pohled zde v obci bude mít nejvyšší podíl na znečištění právě doprava. Dále zde také bude mít velký vliv intravilán obce, průmysl a zemědělské objekty v povodí obce, odpady a druhotná krajinná struktura (DKS).

Do Lužické Nisy se na území obce vlévá hned několik přítoků, dva pojmenované potoky a několik dalších vodotečí. Z levé strany Lužické Nisy přitéká Křížový potok, pramenící severně od vrcholu Dlouhé hory (748 m n. m.). Plocha povodí tohoto potoka činí 3,8 m². Z pravé strany břehu ústí do Lužické Nisy Farský potok, pramenící severovýchodně od části obce Pekařka. Tento malý vodní tok má celkovou plochu povodí 13,9 km². Na území obce Bílý Kostel n. N. také pramení vodní tok Vlčí potok, který však po několika desítkách metrů opouští území obce a vlévá se do Údolského potoka, který se následně vlévá do Lužické Nisy v části obce Liberec – Machnín.

V Bílém Kostel nad Nisou se také nachází takzvaný hlásný profil kategorie B. Hlásné profily povodňové služby je místo na vodním toku sloužící ke sledování průběhu povodně. Tyto profily se dělí do tří kategorií: základní kategorie A, doplňkové kategorie B a pomocné kategorie C. Hlásný profil kategorie B je profil na vodních tocích, který je nezbytný pro řízení opatření k ochraně před povodněmi na regionální (krajské) úrovni. Jsou zřizovány krajskými úřady a provozovány obecními úřady příslušné obce. Hlásné profily jsou vybaveny vodočetnou latí a zpracovávají se tzv. evidenční listy (Liberecký kraj, 2012).



Obrázek č. 7 – Hlásný profil v Bílém Kostele nad Nisou (Liberecký kraj, 2012)

10 Obec Bílý Kostel nad Nisou

10.1 Historie

První písemný záznam obce Bílého Kostela se objevil přibližně před 650 lety s původním názvem Alba Ecclesia. Tehdy však lidé vesničku nazývali Heinrichsdorf (Jindřichov), protože vesnice v té době patřila ke grabštejnskému panství a německé šlechtě z Donína.

V 15. století se zde i objevují i písemné zmínky o dolování rudy. Ta nejstarší je z roku 1425. Téměř po čtyři staletí se tu dobývala železná, měděná a stříbrná ruda a olovo. Právě Panenská Hůrka se v roce 1470 stala významným hornickým městečkem. Rozvoj dolování zastavila až třicetiletá válka. V první polovině 19. století změnila ráz obce začínající industrializace. První textilní továrna v obci byla postavena v roce 1836 firmou Leubner. Zpracovávala se zde ovčí vlna. Po ní v roce 1872 vznikla i další továrna, tentokrát to byla přádelna bavlny a v roce 1883 v obci byla postavena i velká papírna.

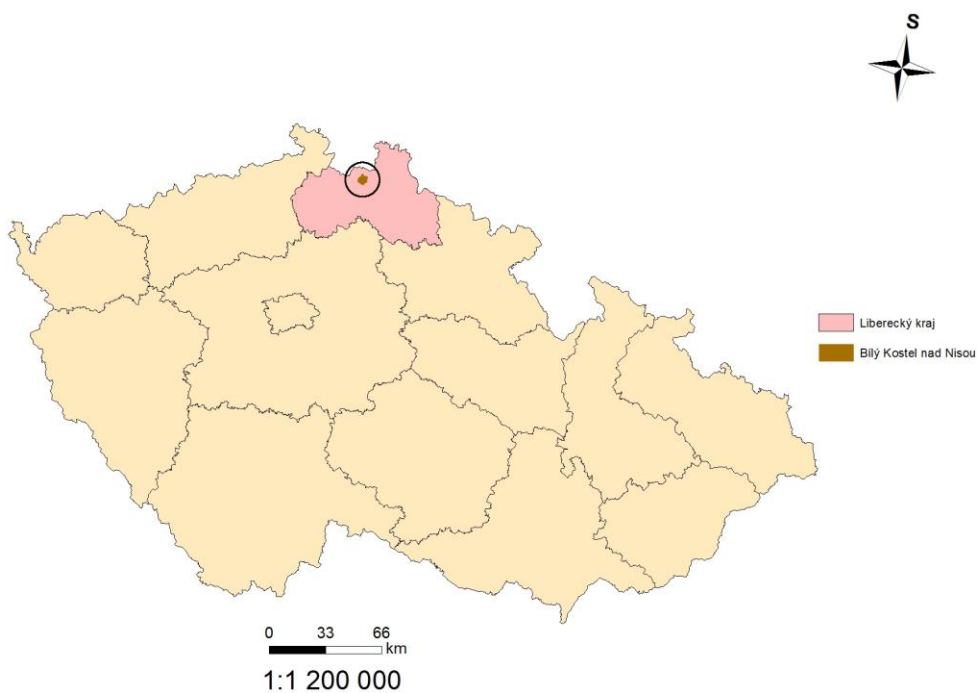
Právě kvůli industrializaci lidé provedli i svůj první zásah do koryta Lužické Nisy. Kvůli stavbě železniční trati z Liberce do Žitavy bylo posunuto a změněno koryto řeky. Stavba železnice však kvůli povodním skončila katastrofou. Ta se začala znovu stavět až o rok později.

Tato povodeň však nebyla zdaleka jediným rozmarem počasí v obci. Když v roce 1880 nejdříve po dlouhé zimě roztál konečně sníh, tak obilí vůbec nevzešlo. Na jaře v tomtéž roce byla setba zničena nečekaným mrazem a květnu navíc způsobili obrovské škody další záplavy. Největší povodní v historii obce však byla v červenci 1897. Tehdy se Nisa rozlila do okolí kvůli několikadennímu intenzivnímu dešti. Toto však nebyly jediné výkyvy počasí. Obec Bílý Kostel n. N. zasáhlo několik povodní, dlouhé mrazivé zimy či intenzivní deště. Dne 10. října 1901 zde bylo dokonce zaznamenáno slabé zemětřesení.

První i druhá světová válka se nevyhnula ani obci Bílý Kostel n. N. a i tam lidé zažili obrovské utrpení. Po skončení války se měnily hranice některých evropských států. Obec Bílý Kostel n. N. i přes nespokojenost obyvatel (většina obce Němci) byla přidělena k nově vzniklému státu – Československé republice. Po skončení druhé světové války byli obyvatelé Bílého Kostela n. N. (kromě Čechů a antifašistů) převezeni do města Konnern poblíž Halle (Vydra, a kol., 2002).

10.2 Obecná charakteristika obce

Bílý Kostel nad Nisou (německy Weißkirchen a. d. Neiße) je obec nacházející se asi 3 kilometry severozápadně od města Chrastava, v okrese Liberec, v Libereckém kraji. Obcí protéká řeka Lužická Nisa a v samotné obci se do ní vlévá několik menších potoků, jako jsou například Farský a Křížový potok. Skrz obec vede s jihu na sever rychlostní silnice R35 z Liberce do Hrádku nad Nisou a z východu na západ komunikace I. třídy E442 (Liberec – Děčín). Také obcí vede železniční trať vedoucí do Hrádku nad Nisou a poté dál do Německa. Bílý Kostel n. N. má také autobusové spojení.



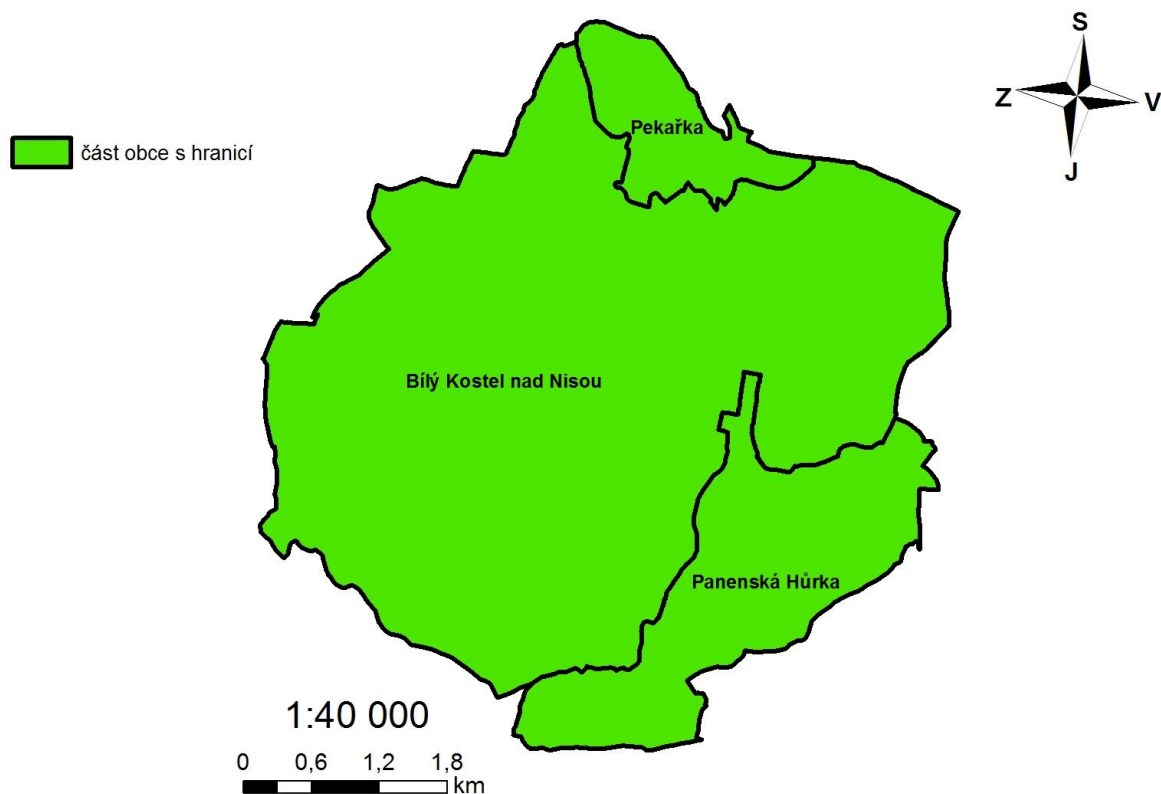
Obrázek č. 8 – Bílý Kostel nad Nisou – lokalizace (Michal Němec, 2012)



Obrázek č. 9 – Bílý Kostel nad Nisou (Bílý Kostel nad Nisou, 2011)

Obec má tři části: samotný Bílý Kostel nad Nisou, také Panenská Hůrka a Pekařka. Panenská Hůrka leží na úpatí Dlouhé hory (748 m. n. m.) a vznikla jako dělnická osada. Dnes se v ní nachází několik chat s velkými zahradami. Je ze všech světových stran obklopena lesy, tudíž je velmi vhodná pro rekreační činnosti. Pekařka je tradičně zemědělská obec.

Rozloha obce činí více jak 2500 hektarů. K 1. lednu 2011 se na území nacházelo celkem 916 obyvatel, z toho 443 jsou ženy. Průměrný věk v obci je 39,1 let. Nachází se zde knihovna, mateřská a základní škola pro první stupeň, nechybí zde ani hasiči, myslivci a červený kříž (nezisková organizace). Obec má svůj vlastní sportovní tým v kopané, nacházejí se zde i tenisové kurty či travnaté hřiště na nohejbal a volejbal. Obcí také prochází cyklotrasa Odra – Nisa. Na vyvýšeném hřbitově se už od 14. století nachází kostel v barokním stylu sv. Mikuláše. Také zde býval strážní hrad Roumund. Dnes z něj však zbývají pouze zbytky hradeb a příkopů. Zajímavostí obce je zdejší minimuzeum másla (Bílý Kostel n. N., 2012).



Obrázek č. 10 – Administrativní členění obce Bílý Kostel nad Nisou (Michal Němec, 2012)

Bílý Kostel nad Nisou – je hlavní částí obce s rozlohou 16,69 km². Leží severozápadně od města Liberec v nadmořské výšce od 275 – 290 m n. m. Jedná se o obec do 1000 žijících obyvatel se 40 rekreačními objekty. Zástavba rodinnými domky a obytnými domy je ve středu obce soustředěná, po okrajích rozptýlená. Území náleží do povodí řeky Lužická Nisa, v tomto úseku toku se jedná o významný vodní tok, která obcí protéká. Vodovodní síť v obci je napojena na oblastní vodovod, zdroj v Bílém Kostele n. N. není využíván. Na vodovod je napojeno 79% obyvatel. Majitelem vodovodu je SVS a. s. a provozovatelem jsou Severočeské vodovody a kanalizace a. s. Pro případné nouzové zásobování pitnou vodou je zajištěno nouzovou dopravou pitné vody cisternami ze zdroje Machnín a balenou vodou. Obec Bílý Kostel nad Nisou nemá vybudován systém kanalizace pro veřejnou potřebu. Je zde vybudován pouze lokální systém odvedení splaškových vod z několika objektů (škola, mateřská škola a několik rodinných domů – 9% obyvatel). V obci není vybudována žádná čistírna odpadních

vod, pouze 4 MČOV pro 11 obyvatel. U zbylých rodinných domů jsou odpadní vody buď předčištěny v septicích a následně vypouštěny do vodoteče nebo jsou zachyceny v žumpách a následně vyváženy na ČOV Hrádek nad Nisou. V obci je také nesouvislý systém dešťové kanalizace, která má za hlavní cíl odvodnění státní silnice do Lužické Nisy.

Panenská Hůrka – tato část se rozprostírá na jižní části katastrálního území s rozlohou 4,45 km². Rozprostírá se v nadmořské výšce 350 – 425 m n. m. Žije zde do 14 trvale žijících obyvatel a je zde 36 rekreačních objektů. Zástavba je poměrně rozptýlená, a protéká jí místní vodoteč. Nachází se na území Přírodního parku Ještěd. Také Panenská Hůrka má stejně jako část obce Bílý Kostel vodovod pro veřejnou potřebu. Na území není vybudována žádná kanalizace. Odpadní vody jsou zde zachyceny v žumpách a následně vyváženy na ČOV Hrádek nad N. Na území se také nachází dětský tábor který má vybudován septik a vsakovací zařízení. Dešťové vody jsou odváděny pomocí příkopů a propustků do místní vodoteče či vsakovány do terénu.

Pekařka – je nejmenší částí obce s rozlohou pouhých 1,57 km². Zachází se na severovýchodní části katastrálního území v nadmořské výšce 350 – 360 m n. m, většina plochy je pokryta lesem. Žije zde do 50 trvale žijících obyvatel a jsou zde 3 rekreační objekty. Zástavba je velmi rozptýlená, protéká jí místní vodoteč. Tato část obce je také napojena na systém oblastního vodovodu, místní zdroje jsou odstaveny. Není zde vybudována žádná kanalizace – odpadní vody jsou u rodinných domů stejně jako v Panenské Hůrce zachyceny v žumpách. Dešťové vody jsou odváděny pomocí příkopů a propustků nebo vsakovány do terénu. (Liberecký kraj, 2004).

10.3 Okolní zdroje znečištění vod

Pro zhodnocení míry znečištění vod a jejich zdrojů bychom se měli podívat spíše směrem k prameni toku - k obcím, které se nacházejí na toku Lužické Nisy a na jeho přítocích ještě před Bílým Kostelem nad Nisou (hlavně Chrastava). Přímo v obci Chrastava největší znečištění na Lužické Nise způsobuje pravděpodobně Elitex Services Chrastava, GPÚ, s.r.o. Na vodním toku Jeřice, který je pravým přítokem Nisy přímo v obci, se nachází znečišťovatelé MC Invest, a.s. (bývalý Elitex) nebo Čistička odpadních vod (dále jen ČOV) v Chrastavě. Všechny jmenované podniky jsou striktně kontrolované a nesmí překročit povolené hodnoty.

Podnik GPÚ, s. r. o. ročně vypustí okolo 17 300 m² odpadní vody. Jedná se od odpadní vody z průmyslu bez chladících vod. Z čističky odpadních vod v Chrastavě se ročně vypustí okolo 300 000 m³. Jedná se o odpadní vody z kanalizací pro veřejnou spotřebu. Ve všech kontrolovaných podnicích se hlídá především biologická spotřeba kyslíku (BSK₅), chemická spotřeba kyslíku (CHSK), koncentrace nerozpuštěných látek (NL), množství rozpuštěných anorganických solí (RAS), amoniakálního dusíku (N-NH₄⁺), celkový obsah fosforu (P_{celk}) a množství anorganického dusíku (Povodí Labe, 2010).

Tabulka č. 3 – Produkované a vypouštěné znečištění jednotlivých ukazatelů ve vybraných podnicích (v mg.l⁻¹), (Povodí Labe, 2010)

	Znečištění	BSK ₅	CHSK	NL	RAS	N-NH ₄ ⁺	N(anorg.)	P(celk.)
Elitex S. Chrastava	Produkované znečištění	33.0	68.0	71.0	390.0	12.0	14.0	3.0
	Vypouštěné znečištění	5.0	11.0	4.0	390.0	10.0	12.0	2.0
ČOV Chrastava	Produkované znečištění	163.0	383.0	130.0	400.0	23.3	30.0	5.7
	Vypouštěné znečištění	6.3	28.8	5.5	400.0	1.5	5.0	1.7
GPÚ, s. r. o.	Produkované znečištění		110.0	80.0	1600.0		20.0	0.2
	Vypouštěné znečištění		96.0	5.0	1499.0		8.5	0.1

V čističce odpadních vod Chrastava a podniku Elitex Services Chrastava je voda čištěna také biologicky (BČOV). Princip biologického čištění je založen na odstranění organického znečištění pomocí působení mikroorganismů, zejména bakterií.

10.4 Informační systém EIA

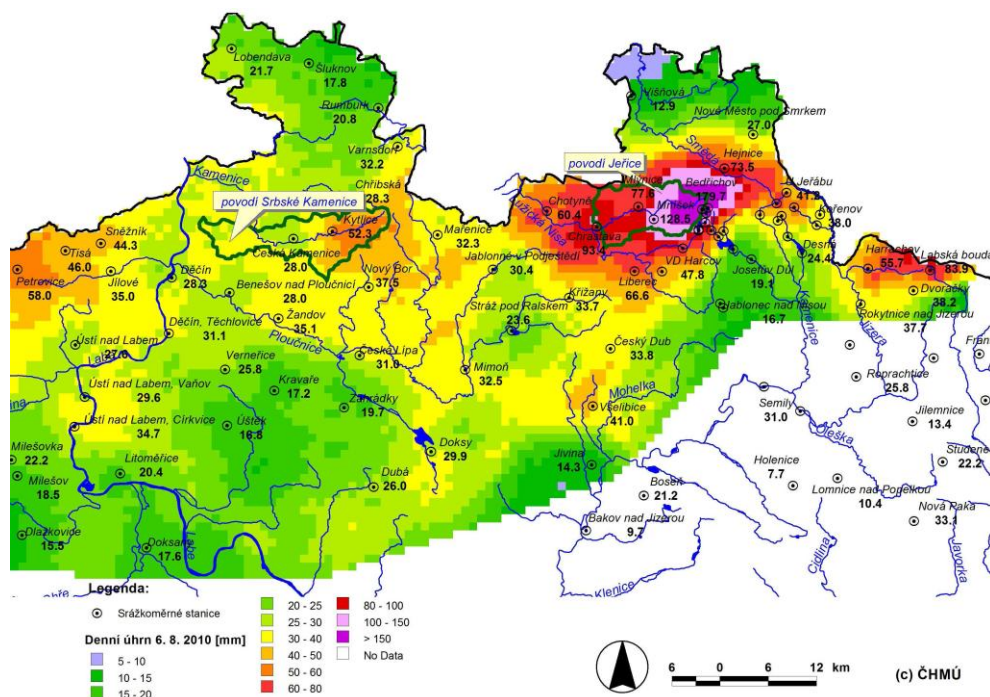
Při hodnocení environmentální zátěže vod bylo třeba podívat se také na informační systém EIA. Každý záměr stavby objektu, který je uveden v příloze zákona o posuzování vlivů na životní prostředí musí projít procesem EIA (environmental impact assesment). Zde se posuzují vlivy na veřejné zdraví a vlivy na životní prostředí (zahrnující vlivy na živočichy, rostliny, ekosystémy, půdu, horninové prostředí, vodu, ovzduší, klima a krajinu, přírodní zdroje, hmotný majetek a kulturní památky, vymezené zvláštními právními předpisy) a na jejich vzájemné působení a souvislosti. (Ministerstvo Životního prostředí, 2012)

V databázi EIA byl pouze jeden záznam týkající se obce Bílý Kostel nad Nisou – obchodně-logistické centrum NUGET. V dokumentu byla také stručně zhodnocena kvalita životního prostředí na území celé obce. Také zde byla popsána intenzita znečištění životního prostředí, které nastane při stavbě projektu a při provozu centra.

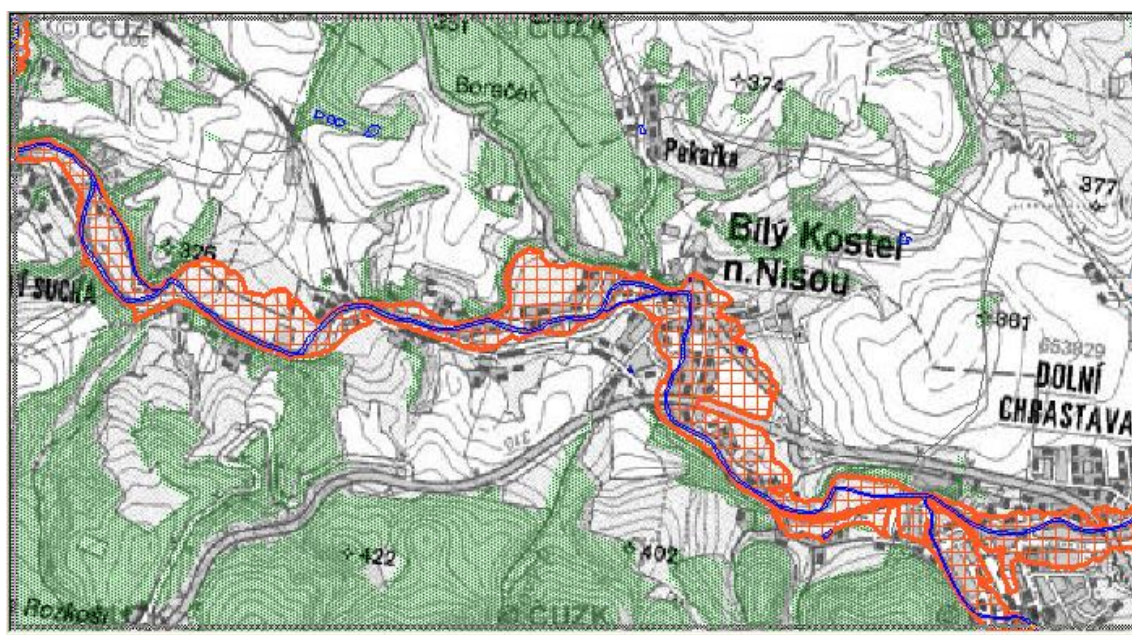
10.5 Povodně 2010

V srpnu 2010 se obcí Bílý Kostel n. N. prohnala obrovská povodeň, která zasáhla celé severní Čechy (nejvíce však povodí Lužické Nisy, Olešky a Smědé). Povodně byly vyvolány plošně rozsáhlými regionálními srážkami, přičemž na povodí Lužické Nisy a Smědé dosahovala intenzita srážek více jak 30 – 40 mm, což vypovídá o charakteru příválových srážek. Na vývoji srážkové situace se významně podílely orografické efekty Jizerských a Lužických hor, které přispěly jak k vývoji konvekční oblačnosti, tak i zesílení srážek vlivem návětrí. Celková výše všech škod vyvolaných touto povodní dosáhla téměř 6 000 mld. Kč. Celkem bylo zasaženo 65 obcí a evakuováno okolo 2000 osob.

Jelikož Bílý Kostel nad Nisou leží u obce Chrastava, tedy obcí, která leží přímo na soutoku Lužické Nisy s Jeřicí, byla obec jedna z nejvíce postižených obcí této povodně. Právě oblasti, které leží na povodí Lužická Nisa po soutoku s Jeřicí, byly jedny z nejvíce zasažených oblastí. Celkové škody Bílého Kostela nad Nisou činily okolo 220 miliónů korun a řadí se celkové na 6. místo mezi nejpostiženější obce. Nejpostiženější obcí byl Frýdlant, zde činily škody více jak 1 miliardu korun. Dalšími dvěma nejpostiženějšími obcemi byly Chrastava a Hrádek nad Nisou, obě leží stejně jako Bílý Kostel na toku Lužické Nisy. Největší škody byly způsobeny na komunikacích (převážně silnice a silniční mosty) a vodohospodářských objektech a tocích (převážně vodovody, kanalizace). Také byly některé úseky komunikací na několik dní uzavřené (např. III/2711 Chotyně – Bílý Kostel nad Nisou, třídní výluka). Celkové ekologické škody, škody na lesnictví a zemědělství byly v obci minimální. (Povodí Labe, 2010)



Obrázek č. 11 – Plošné rozložení denních srážkových úhrnů 6. 8. 2010 (SELČ, 2010)



Obrázek č. 12 – Zasažené oblasti při záplavách v srpnu 2010 – Bílý Kostel n. N. (Povodí Labe, 2012)

11 Charakteristika antropického tlaku v obci

Nejen každá obec, ale i téměř každá oblast na světě je nějakým způsobem zasažena antropickým tlakem. Výraz antropický tlak znamená souhrn síly a intenzity působení lidské společnosti na své okolí (krajinu). Antropický tlak lze rozdělit do těchto kategorií:

Komunikace (doprava) – antropický tlak v této kategorii můžeme rozdělit do tří skupin: cestní doprava (používání dopravních prostředků, skladování posypového materiálu, chemické posypy, parkoviště, služby – hromadná doprava, servis, aj.), infrastruktura (elektrické dráhy, depa, autobusová, tramvajová, trolejbusová a jiná doprava) a železniční doprava (tratě, nástupiště, skladovací prostory, budova, apod.). Tato kategorie patří mezi největší znečišťovatele na území obce Bílý Kostel nad Nisou.

Lesy – Další typ mohou tvořit lesy a lesní půda. Lesy tvoří téměř 2/3 z celkového katastrálního území obce. Lidské aktivity v lesích můžeme rozdělit do několika kategorií. Za zmínku jistě stojí těžba dřeva a používání mechaniky k manipulaci s ním. Dalšími kategoriemi jsou pěstování (úprava půdy, sázení, prořezávky), dále ochrana (aplikace chemických přípravků), doprava, lov (vystřílené nábojnice, broky zvyšují množství olova ve vodě) a stavební práce.

Obytné budovy – další kategorii tvoří obytné jednotky. Antropickým tlakem je zde myšlen pobyt v domovních prostorách, parkování, topení, odebírání pitné vody, vypouštění vod odpadních, aj.

Zahrady, ovocné sady – stejně jako u většiny malých obcí, tak i u Bílého Kostela n. N. převažují rodinné domky s rozsáhlými zahradami. Antropickým tlakem je v této kategorii rozuměno pěstování plodin (hnojení organickými a minerálními hnojivy, ošetřování porostů), jejich ochrana (používání pesticidů) a různé manipulační práce (skladování, používání drobných mechanismů, apod.).

Trvalé travní porosty – do této kategorie patří pastva, přesuny a ustájení hospodářských zvířat, ošetřování porostů, sběr organické hmoty či aplikace organického a anorganického hnojiva.

Pole – tady je antropickým tlakem myšleno zpracování půdy (orba, úprava půdy, hnojení organickými a minerálními hnojivy), ochrana (používání pesticidů, mechanismů) a sběr (skladování organické hmoty, mechanizace).

Řeky, potoky – Do této kategorie patří vodní hospodářství (různé manipulační práce, jezy, apod.) a vodní rekreace a sporty (rybaření, plavání, koupání, vodní motorismus, oddych, aj.)

Ostatní – Mezi další druhy antropického tlaku můžeme uvést například těžbu surovin, veřejné prostory, oddychové prostory (parky, cyklistické stezky), aj.

12 Hodnocení zátěže vod obce Bílý Kostel n. N. – skupiny stresových faktorů

Ke zhodnocení zátěže vod v obci jsem využil metodiku profesora Hilberta pro obec Janův Důl (více o metodice v kapitole 3 - Metody).

Komunikace (doprava) – pravděpodobně jedna z nezávažnějších znečišťovatelů v obci. Obec Bílý Kostel nad Nisou je totiž ze dvou stran ohraničen dvěma silnicemi I. třídy. Silnice č. 13 směřující na západ do Děčína a silnice č. 35 směřující na sever do Hrádku nad Nisou. Ze silnic může být ve vodě například zvýšený počet chloridů v důsledku zimního solení komunikací. Chloridy mohou tak nepříznivě ovlivnit chuť a korozivní účinek vody. Zdravotní dopad však není zásadní, projeví se pouze v rámci celkově zvýšené mineralizace vody. Splachem z asfaltových povrchů vozovek se do zdroje vody můžou dostat také polyaromatické uhlovodíky. Kromě splachem z komunikací mohou znečišťovat vodu také samotné automobily. Únikem paliv ze strojů či automobilů se tak ve vodě může vyskytovat benzen. Z povrchové vody benzen rychle vytěkává. Expozice z pitné vody je pro celkový příjem při běžných koncentracích zanedbatelná. Benzen je prokázaný lidský karcinogen. Kromě nepříznivých účinků na vodu mají tyto silnice nepříznivý účinek z hlediska kvality života obyvatel obce – zvýšený hluk či znečištění ovzduší.



Obrázek č. 13 – Víkendová intenzita dopravy na silnici I. třídy (Michal Němec, 2012)

Obytné budovy – další kategorii tvoří obytné budovy. V této kategorii obvykle dochází ke kontaminaci vody chemickými látkami z domácností (lepidla, barvy, laky, čisticí prostředky, apod.). Vzhledem k tomu, že v částech obce Panenská Hůrka a Pekařka není zaveden kanalizační systém, jsou zde u obytných domů pouze jímky a žumpy. Počítat se tak musí například se vsakem znečištěných látek do půdy či postavenými septiky a vypouštění vody do koryta řeky (od roku 2008 nelze dle zákona vypouštět odpadní vody pročištěné septikem do vodních toků). Také jistým způsobem znečišťují vodu i ty odpadní vody, které jsou likvidovány v ČOV, jelikož i z čističek odpadních vod je ve finále vypouštěno malé množství znečišťujících látek (ne všechny jsou odstraněny).

Lesy – Znečištění zde může být jak přírodní (např. únik železa ze žulového podloží), tak antropogenní. Antropogenní znečištění zde může být únik ropných produktů z motorových vozidel, strojů či motorových pil. Také je zde nízká potencionální možnost znečištění vod lovem (vystřelené nábojnice, broky) – znečištění olovem. Lesy jsou na území obce Bílý Kostel nad Nisou nejvíce zastoupeným typem ploch.

Orné půdy – Tento typ ploch se na území obce nachází převážně na severní a východní části. Do této kategorie patří převážně pesticidy, organické látky (hnojiva). Hnojení organickým hnojivem může způsobit mikrobiální znečištění zdroje vody. Což ve svém důsledku může vyvolat průjmy a dle obsahu patogenů i různá onemocnění. Ze splachu ze zemědělské půdy nebo po kontaminaci umělými hnojivy se do vody mohou dostat dusičnany a dusitany. V lidské krvi reagují s hemoglobinem za vzniku methemoglobinu a způsobují riziko vnitřního dušení, hlavně u kojenců do tří měsíců věku. V zažívacím traktu se dusičnany mohou redukovat na dusitany, které reagují se sekundárními aminy v potravě za vzniku takzvaných N-nitroso sloučenin, které jsou podezřívány z karcinogenního účinku. Tyto látky mají nepříznivý vliv také na reprodukční funkce. (Ing. Kučerová, Ph. D., 2012)

Zahrady, ovocné sady – tato kategorie má stejné charakteristiky jako orné půdy – patří sem pesticidy, či organické látky (močovina, hnojiva). Jsou to plochy v okolí rodinných domů.

TTP – trvalé travní porosty jsou po lesích nejrozlehlejší typy ploch. Tato kategorie znečišťuje vodu především opět únikem ropných produktů (např. ze sekaček, traktorů), pesticidy a organických látek (hnůj, močovina). Společně s lesy mají trvalé travní porosty nejnižší intenzitu na znečišťování vod.

Rizikové plochy – v této kategorii jsou převážně plochy zemědělské a průmyslové výroby. Dochází zde opět ke kontaminaci organickými látkami (hnůj, močovina), dále také posypy či chemické látky (hnojiva). Na území Bílý Kostel nad Nisou se nachází několik takových rizikových ploch, není jich však mnoho a nějaký výrazný vliv na kvalitu vody nemají. Patří se například podnik E33 s. r. o. – výroba a vzorkovna oken nebo kovovýroba MIPA s. r. o. nacházející se na hranici s obcí Chrástava.

13 Práce v GIS

Při této bakalářské práci bylo také potřeba pracovat v geografických informačních systémech (GIS). GIS software, který jsem využíval, se jmenuje ArcMap.

13.1 Obstarání dat

Nejdříve bylo třeba obstarat si potřebná data, se kterými poté budu pracovat. Mezi tyto data patří především data územně analytických podkladů (ÚAP), polohopisná data (vrstvu komunikací, vodních toků a ploch, plochy využití území, hranice katastrálního území Bílý Kostel nad Nisou apod.) a výškopisná data (vrstevnice). U vrstevnic bylo potřeba si kvůli přesnosti mapových výstupů sehnat vrstevnice přesahující přes hranice obce. Tyto data jsem si obstaral u zaměstnance magisterského úřadu v Liberci Mgr. Jana Jaksche. Také bylo potřeba obstarat si podkladovou mapu (ortofotomapa), která je volně přístupná ke stažení z internetu (geoportal.cenia.cz).

Celkovou práci jsem si hlavně kvůli přehlednosti ukládal do geodatabáze, do které jsem si následně importoval všechna data do podsložek (*Feature dataset*).

13.2 Skupiny stresových faktorů

Tvorbu skupin stresových faktorů jsem začal terénním průzkumem. Obec jsem si celou prošel a zaznamenal jsem si plochy, které jsem nerozeznal podle leteckého snímku, a nebyly rozlišené mezi vrstvami, které jsem si zajistil (kapitola 13.1) Poté jsem pokračoval tím, že jsem digitalizoval 11 základních prvků z DKS (viz tabulka č. 1). Některé prvky měly stejné nebo skoro stejné hodnoty (jako například zahrady a orné půdy), takže podlehly generalizaci a do mapy jsem je vyšrafoval stejně. V mapě mi tak celkem vzniklo 5 typů stresových faktorů velkých plošek a 2 stresové faktory malých plošek. Každý stresový faktor má různou intenzitu.

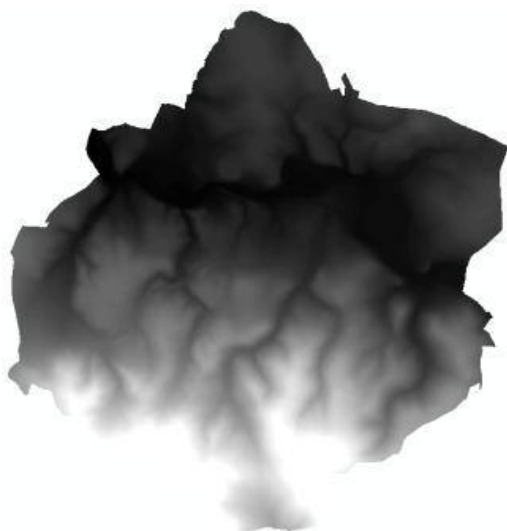
13.3 Odtokový model vody

Krok 1 – Topo to raster , sklon

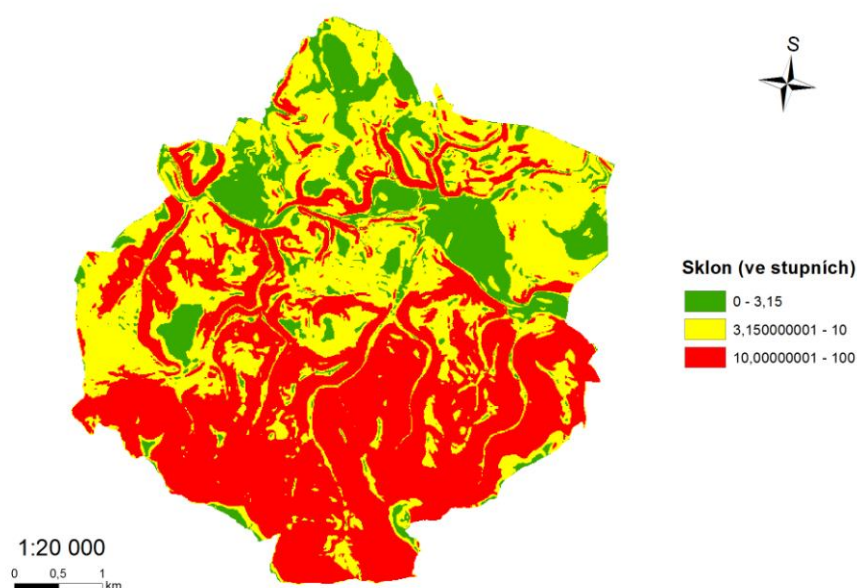
Prvním krokem je v programu ArcMap je provedení analýzy *Topo to Raster*. Tato analýza se nachází v ArcToolboxu pod složkou 3D analyst tools → Raster interpolation. K vytvoření této analýzy byly potřeba tyto vrstvy – hranice obce, vrstevnice, vodní plochy a toky a mnou vytvořené kóty.

Z této analýzy bylo potom možné provést druhou analýzu – *slope*. *Slope* je analýza znázorňující sklon území a nachází se opět v ArcToolboxu pod složkou Spatial Analyst Tools → Surface. Je možné tento sklon nastavit ve stupních nebo v procentech. Kvůli dodržení metodiky jsem si poté u vrstvy Sklon hodnoty rozdělil na tři hodnoty (viz tabulka č. xx).

Dalším krokem byla reklasifikace analýzy se sklonem. Toto jsem provedl pomocí analýzy *Reclass*. Tato reklasifikace mi převedla výstup se sklonem do rasteru a díky tomu jsem si poté mohl v atributové tabulce vytvořit nový sloupec s hodnotami 1, 2 a 3 (ve vrstvě se sklonem před reklasifikací nebyla atributová tabulka k dispozici). Dalším krokem byla konverze reklasifikované mapy zpět do vektoru. K této akci jsem použil *convert to polygon*. Touto akcí mi vzniklo přibližně 1 700 polygonů, každý z nich znázorňuje jednotlivé tři druhy sklonu na území, jak jsem si je již už dříve rozdělil.



Obrázek č. 14 – Topo to raster (Michal Němec, 2012)



Obrázek č. 15 – Sklon (Michal Němec, 2012)

Krok 2 – Zdigitalizování druhotné krajinné struktury (DKS)

Dalším krokem při práci v GIS bylo vytvoření a zdigitalizování do mapy krajinných prvků v druhotné krajinné struktuře. V mapě jsem si tak vyznačil 18 následujících druhů krajinné struktury (viz tabulka č. 3). Poté jsem použil metodu *Intersect*. Takto metoda má schopnost překrývat více vrstev na sebe a vypočítá jejich geometrické průsečíky. V této práci jsem potřeboval překrýt nově vzniklou vrstvu DKS s již konvertovaným sklonem do polygonu. Tímto mi vznikla nová vrstva s více jak 7 500 polygony. V atributové tabulce jsem si vytvořil nový sloupec a dotazováním přes funkci *Select by attributes* jsem postupně dotazováním doplňoval do všech polygonů jejich odtokový index (např. DKS lesy + sklon 10 a víc stupňů = odtokový index 0,55). V poslední řadě jsem výsledek propojil tabulkou 4 a nově vzniklý výsledek jsem rozdělil na pět kategorií (tabulka č. 5).

Tabulka č. 4 – odtokový koeficient (Hubert Hilbert, 2011)

Signatura	DKS - krajinné prvky	Alfa index - odtok	
		3,15 - 9,9	10 a víc sklon ve stupních
1	Lesy	0,45	0,55
2	Nelesní stromová a keřová vegetace	0,55	0,65
3	Sídelní vegetace	0,65	0,75
4	Prvky odkrytého substrátu	0,7	0,8
5	Skály, strže, lomy a pískovny	0,7	0,8
6	TTP (Trvalé travní porosty)	0,65	0,75
7	Trvalé zemědělské struktury	0,65	0,75
8	Skupina prvků orných půd	0,55	0,65
9	Rekreační areály (chaty, camping)	0,55	0,65
10	Obytné areály	0,95	0,95
11	Areály služeb	0,95	0,95
12	Těžební areály	0,7	0,8
13	Průmyslové zóny	0,95	0,95
14	skládky odpadu	0,7	0,8
15	Dopravní linie, plochy, areály	1	1
16	Zemědělské areály	0,8	0,8
17	Vodohospodářské areály	0,85	0,85
18	Lesohospodářské areály	0,85	0,85

Tabulka č. 5 – Odtokový model (Hubert Hilbert, 2011)

Akumulace vody (počet soustředěných pixelů splachu)	Sign.	Retence (redukce) - modifikovaný odtok v % (odtokový koeficient)			
		Do 55	65	75	100
		1	2	3	4
Do 8000	1	24,75	29,25	33,25	45
8000 - 16000	2	30,25	35,75	41,25	55
16000 - 24000	3	35,75	42,05	48,75	65
24000 - 32000	4	41,25	48,75	56,25	75
32000 - 40000	5	55	65	75	100

Tabulka č. 6 – Intenzita odtoku (Hubert Hilbert, 2011)

	Intenzita odtoku	Sign.
	Velmi intenzivní	1
	Intenzivní	2
	Středně intenzivní	3
	Málo intenzivní	4
	Velmi málo intenzivní	5

13.4 Závěrečné úpravy výsledné mapy

Po vytvoření předchozích kroků je třeba mapu zkompletovat. Ve výstupu je nutná severka, měřítko, legenda skupin stresových faktorů a odtokového modelu vody. Dále je také nutný přidat nadpis a tiráž (jméno autora a rok vyhotovení mapy).

14. Měření kvality vody ve vodním toku Lužická Nisa a jeho přítoků

Dalším cílem této bakalářské práce bylo také pokusit se v mapovaném území změřit kvalitu zdejších vodních toků. K tomu měl být původně k dispozici přenosný fluorescenční spektrometr, ten se však nakonec nestihl obstarat včas, ale až po odevzdání této bakalářské práce. Proto bylo nakonec potřeba improvizovat. Od dr. Slavíka z katedry chemie jsem si obstaral skleněné vzorkovnice, do kterých jsem si přímo v obci nabral několik vzorků. Ty poté byly vyhodnoceny nepřenosným fluorescenčním spektrometrem, který se nachází přímo na katedře chemie.

14.1 Odběr a konzervace vzorků – teoretická část

Základním a nezbytným předpokladem správnosti a použitelnosti výsledků získaných chemickým a fyzikálním rozбором vody je správně a odborně provedený odběr vzorku vody a správné a odborné uchování odebraného vzorku vody do začátku rozboru vody. Vzorek vody odebraný k rozboru musí reprezentovat jakost vody v místě odběru. Typ vzorku, druh, místo a bod odběru, včetně četnosti a časové i prostorové návaznosti odběrů, se řídí účelem rozboru a místními podmínkami. Způsob a metodika odběru se řídí druhem vody, typem odebíraného vzorku a účelem rozboru. Množství vzorku je dáno rozsahem požadovaného rozboru. Ukazatele (složky a vlastnosti) vzorku vody, které se mohou změnit během dopravy vzorku do laboratoře, a které nelze uchovat beze změny, je nutno stanovit ihned na místě odběru. Vzorky, které lze konzervovat, se ihned po odběru konverzuji.

Místo odběru vyznačuje lokalitu odběru (např. název obce, úpravny vody, čistírny odpadních vod) a podrobnější určení (př. přítok, odtok odpadní vody, levý či pravý břeh vodního toku).

Bod odběru přesně určuje prostor ve vodním útvaru, odkud je vzorek odebírán (střed proudnice, hloubka x metrů).

Dále si před samotným odebíráním vzorku musíme nejdříve určit druh **odběru a typ samotného vzorku**. Při jednorázovém odběru se vzorek odebere jen jednou a hodnotí se samostatně. Tento druh odběru je vhodný, jestliže výsledek jediného rozboru stačí k informaci o stavu jakosti analyzované vody. Při řadových odběrech se odebírá několik vzorků v různé časové a prostorové návaznosti, obvykle i s přihlédnutím k

průtoku vody. Například u povrchových vod se používají tyto typy řadových odběrů: odběr časový, odběr zonační, odběr v přímém profilu a odběr v podélném profilu. Tento typ odběru je vhodný spíše k informaci o změně jakosti vody.

Typ vzorku může být prostý (bodový) či směsný (sléváný). Prostý vzorek se získá odebráním potřebného objemu vody ve zvoleném bodu a ve zvoleném okamžiku při jednorázovém či řadovém odběru. Vzorek směsný se získává smísením stejných nebo různých objemů prostých vzorků.

Dále je důležité množství vzorku a typ vzorkovnic. Skleněné vrstevnice, tedy ten typ vzorkovnic, který jsem při měření použil, jsou láhve z čirého bezbarvého a chemicky odolného skla s těsnícími zátkami. Množství vzorku závisí na tom, co potřebuji změřit. Já použil malé vzorkovnice ke změření těžkých kovů i velké (cca 0,5 l velké vzorkovnice) ke změření ukazatelů, jako jsou dusičnany či dusitany. (Ing. Marta Horáková, CSc. a kol., 1989)

14.2 Terénní měření kvality vody

Pro změření kvality vody v obci Bílý Kostel nad Nisou jsem do cca 20 malých skleněných vzorkovnic nabral vodu z různých míst vodního toku Lužická Nisa. Nabíral jsem převážně tam, kde ústí do řeky menší potoky. Dále jsem nabral vzorky do tří velkých vzorkovnic (cca 0,5 l) a také několik vzorků sedimentů do umělých uzavíracích sáčků. Po odebrání vzorku bylo vždy potřeba místo pořádně zdokumentovat a pro pozdější lepší orientaci na vzorkovnici napsat číslo.

Vyhodnocení kvality bylo měřeno v TUL (katedra chemie) na rentgenovém fluorescenčním spektrometru Elvax firmy Elvatech, operátorem byl profesor P. Exnar. Byl zde použit mód „usual“ – těžké prvky v periodické tabulce prvků od prvku titan po uran. Napětí na zdroji bylo 45 kV. V žádném z měřených vzorků vod však nebyla zjištěna žádná průkazná přítomnost těžkého kovu (mez detekce byla 3 ppm).

Základní mineralogické složení sedimentů je pravděpodobně podobné a z těžkých prvků se v nich prokazatelně objevuje vedle dominantního železa také titan (pravděpodobně jako minerál rutil – minerál vyskytující se převážně v magmatických a metamorfovaných horninách), zirkonium (minerál zirkon), rubidium a stroncium (horninotvorné živce a slídy), stopy yttria a niobu (pravděpodobně yttroniobáty z žul) a také stopy manganu, mědi, zinku, olova a bromu. V případě manganu je pravděpodobný přírodní zdroj (v přírodě se v podstatě vyskytuje v společně se železem), obsah mědi a

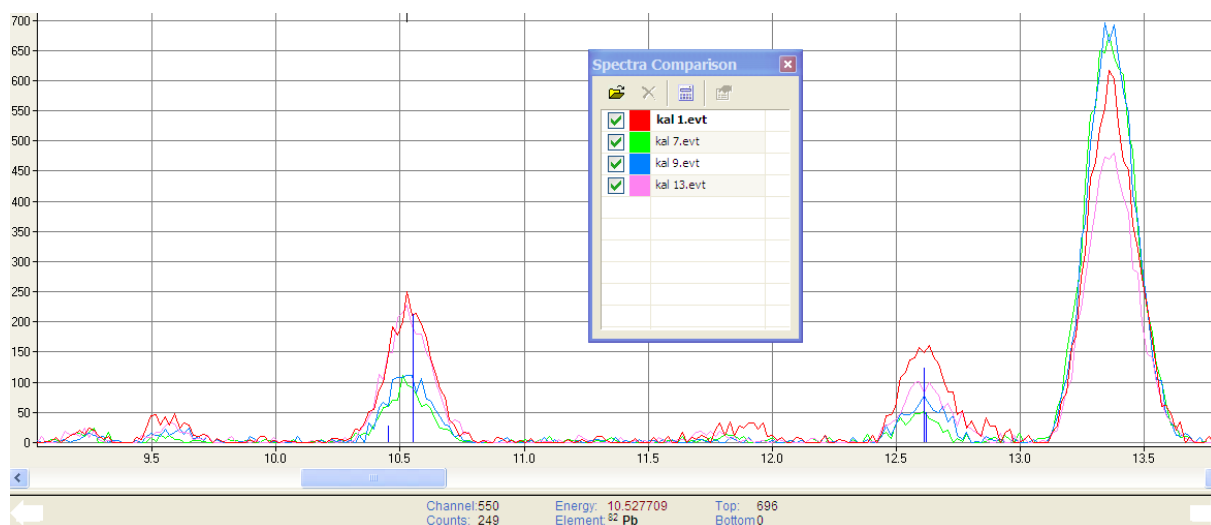
zinku může sice také procházet z přírodních zdrojů, pravděpodobnější je však znečištění. Obsah olova a lokálně zjištěného bromu je pravděpodobně znečištěním. Nejvíce je dominantní železo, hlavně díky geologickému podloží (granit). (Petr Exnar, 2012)

Z provedeného měření však nebylo zjištěno žádné výrazné znečištění, které by ohrožovalo zdraví obyvatel.

Tabulka 7: Odhad obsahu těžkých prvků (nad atomové číslo 22, tj. Ti) v analyzovaných kalech přepočítaný na odhadnutý obsah železa 5 hmotn. % v kalu (Petr Exnar, 2012)

Vzorek	kal 1	kal 2	kal 3	kal 4
Ti	0,44	0,61	0,47	0,51
Mn	0,04	0,09	0,06	0,09
Fe	5	5	5	5
Cu	0,08	0,03	0,04	0,05
Zn	0,18	0,07	0,13	0,14
Br	0,009	0,004	n	n
Rb	0,15	0,25	0,21	0,16
Sr	0,14	0,15	0,16	0,19
Y	0,05	0,04	0,05	0,04
Zr	0,71	0,71	0,64	0,65
Nb	0,02	0,03	0,03	0,02
Pb	0,08	0,04	0,05	0,09

Graf č. 1: Oblast spektra s dvěma píky odpovídajícími olovu (napravo pík rubidia). (Petr Exnar, 2012)



15. Hodnocení environmentální zátěže vod území obce Bílý Kostel nad Nisou

V poslední řadě zhodnotím environmentální zátěž vod území obce Bílý Kostel nad Nisou. Největší vliv na znečišťování vod na území obce má doprava, což je způsobené přítomností dvou komunikací I. třídy – směr na Děčín a na Hrádek nad Nisou. Také zde určitě hrají velkou roli průmyslové a zemědělské areály, těch je však v Bílém Kostele n. N. velmi poskrovnu. Intravilán obce se skládá převážně z rodinných domů s velkými zahradami a bez typické městské kanalizace, takže velkou roli zde bude hrát také znečištění odpadních vod (močůvka, fekálie, aj.).

Hlavní část práce se skládala z vytvoření mapy, která je umístěná na konci práce jako příloha. Mapa popisuje hodnocení environmentální zátěže vod v obci Bílý Kostel n. N. Různými odstíny modré barvy je po celé ploše katastrálního území znázorněna intenzita odtoku vody. Tento model byl vytvořen na základě metodiky profesora Hilberta (tabulka číslo 3, 4 a 5). Intenzita odtoku v chorické úrovni (katastru) závisí především na diferenciaci nadzemního a podzemního odtoku a na způsobu a intenzitě odtoku povrchové vody v ronu, vodním toku.

V prvním případě jde o propustnost půdy a vegetace. Zatímco v lesní půdě, kde převládá vsakování vody do půdy, je odtok velmi nízký, tak podél komunikací bude hlavně díky zapečenosti terénu odtok velmi vysoký. Nejvyšší odtok tak bude v intravilánu a v okolí vodních toků a kanálů.

V tom druhém případě je myšlena křivost reliéfu. Křivost může být konvexní a konkávní. Zatímco u konvexní křivosti (hřebeny) je odtok spíše nižší, tak u konkávní křivosti (údolí, odtokové kanály) je naopak celkem vysoká, jelikož se tam soustřeďuje voda, která odtéká do vodního toku. Nejnížší odtok tak bude na vrcholcích, nejvyšší naopak v nejnižších místech a převážně vodním toku Lužická Nisa, kam se všechna voda (s výjimkou vody stékající do stojatých vodních ploch) soustřeďuje.

Další částí mapy je zobrazení skupin stresových faktorů v obci. Jinak řečeno, jak intenzivní a jak rizikové jsou jednotlivé plochy na znečišťování vody. Největší intenzitu zde mají silnice I. třídy. Denně tudy totiž projede tisíce automobilů. Dalšími vysokými znečišťovateli jsou silnice III. třídy a průmyslové a zemědělské plochy. Průmyslových a zemědělských ploch se na území obce ale příliš nevyskytuje. Nejnižší intenzitu

znečištění vod tvoří lesy nebo trvale travní porosty, kde se nachází antropogenní znečištění pouze minimálně a také je zde nějaké to znečištění přírodní.

Celkově bych tedy zátěž vody zhodnotil víceméně kladně až neutrálně. Největší znečištění zde tvoří silnice I. třídy, téměř 2/3 plochy území jsou však tvořeny lesy, kde je znečištění minimální. Průmyslových a zemědělských ploch je v obci minimálně. Celkově Lužická Nisa už v horším stavu do obce přitéká a obec nemá přílišný vliv na jejím dalším znečištění.

Co se týče odtoku vody, tak Bílý Kostel n. N. se nachází v podhůří Dlouhé hory. Vyšší sklon má za následek vyšší odtok vody. Vyšší odtok vede k častějším povodním, kterých si obec užila už několik.

16. Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo pokusit se zhodnotit environmentální zátěž vod v obci Bílý Kostel nad Nisou. V práci jsem se snažil držet již výše zmíněné metodiky. Bílý Kostel nad Nisou je poměrně malá obec, tudíž jsem měl v průběhu obstarávání dat problém s jejich získáváním. Společnost se totiž zaměřuje spíše na velká urbánní sídla, kde se nachází daleko více znečišťovatelů a proto se na malé obce, jako je Bílý Kostel nad Nisou, zapomíná. V mapované obci je vesměs velmi málo podniků, a proto je zde znečištění velmi nízké. Jinak řečeno, vodní tok Lužická Nisa opouští obec Bílý Kostel nad Nisou téměř ve stejném stavu, jako když do ní přitéká.

Hlavní částí této práce bylo vytvoření mapy v programu ArcGIS, na které jsou znázorněny potencionální místa zátěže s jejich intenzitou. Dále se v mapě nachází odtokový model vody, čili místa, kde voda odtéká rychleji a kde pomaleji. Zde hraje významnou roli sklon reliéfu a jeho povrch.

Další částí práce bylo změřit kvalitu vody ve vodních tocích terénním měřením. K tomu bude mít katedra geografie Technické univerzity v Liberci v blízké budoucnosti k dispozici speciální přístroje, které dokáže měřit koncentraci znečišťujících látek ve vodě přímo na místě. Bohužel tyto přístroje nebyly k dispozici před odevzdáním této práce, tudíž jsem se musel uchýlit k metodě odebrání vzorků do vzorkovnic a následné změření v laboratořích katedry chemie. Zde však bylo k dispozici pouze měření těžkých kovů.

Bakalářskou práci považuji za velmi přínosnou, zejména výtvar výsledné mapy environmentální zátěže. Obvykle se totiž měří hodnoty znečištění vod, ovzduší na určitém místě, v určitém období, v určitém čase a změří zde hodnoty ukazatelů, které se však několikrát denně mění. Můj mapový model není sice tak přesný, ale zůstává stále stejný, a to mi přijde na této práci neocenitelné.

17. Seznam zkratek

BČOV - Biologické čištění odpadních vod

Bílý Kostel n. N. – Bílý Kostel nad Nisou

BSK₅ - Biologická spotřeba kyslíku

ČOV - Čistička odpadních vod

ČR - Česká republika

DKS – Druhotná krajinná struktura

CHSK - Chemická spotřeba kyslíku

GIS – Geografické informační systémy

EIA - Environmental impact assessment

kV - Kilovolt

MČOV - Místní čistička odpadních vod

MH – Mezní hodnota

MZE - Ministerstvo zemědělství

MŽP - Ministerstvo životního prostředí

NL - Koncentrace rozpuštěných látek

N-NH₄⁺ - Amoniakální dusík

NMH – Nejvyšší mezní hodnota

P_{celk} - Obsah fosforu

ppm - Parts per million (jedna miliontina)

RAS - Rozpuštěné anorganické soli

SVS - Severočeské vodovody a kanalizace

THM – Trihalogenmethany. Jsou těkavé halogenové organické látky a zároveň jsou dominantními produkty chlorace pitné vody. Představují pouze malou část z celkového množství organicky vázaných halogenů (3 – 5 krát menší než látky netěkavé).

TUL – Technická Univerzita Liberec

TTP - Trvale travní porosty

ÚAP - Územně analytické podklady

18. Zdroje

Knižní zdroje:

BRANIŠ, M., 2004. *Základy ekologie a ochrany životního*. Praha: Informatorium, 203 s. ISBN 80-733-3024-5.

Bílý Kostel nad Nisou : 650 let od založení obce., 2002. Bílý Kostel nad Nisou: Obecní úřad, 38 s.

HILBERT, H., 1998: *Metoda hodnotania antropického tlaku v krajine v koncepcii synantropizácie - desynantropizácie. Acta universitatis matthiae Belii*, č. 1. Banská Bystrica, s. 1-35.

HILBERT, H., ŠMÍDA, J., 2010. *Hodnocení životního prostředí ORP Liberec*. Mscr. Magistrát města Liberec. 15 s.

HORNÍK, Stanislav a kol. *Základy fyzické geografie*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1982. 398 s.

IZAKOVIČOVÁ, Z., et al., 2001. *Environmentalne hodnotenie sídelného prostredia*. Bratislava: Združenie krajina, 21, UKE SAV. 286 s.

JŮZA, J., 1997. *Vybrané kapitoly z ochrany životního prostředí*. Plzeň: Vydavatelství Západočeské univerzity. 86 s. ISBN 80-7082-354-2.

NETOPIĽ, R., et al., 1984. *Fyzická geografie I*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 273 s. ISBN 14-383-84.

RAJCHAD, J., et al., 2002, *Ekoloie III.*, České Budějovice: nakladatelství KOPP , 197s.

SLAVÍK, Ladislav a Martin NERUDA. *Voda v krajině*. Ústí nad Labem: Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, 2007. ISBN 978-80-7044-882-3.

STONAWSKI, J., 1997. *Základy ekologie*. Praha: Karolinum. 218 s.

ŠMÍDA, J., et al., 2008. *Atlas životního prostředí Libereckého kraje*. Liberec: Liberecký kraj. 45 s. ISBN 978-80-254-2872-6.

VYDRA, F., et al., 2002. *Bílý Kostel nad Nisou: 650 let od založení obce*. Bílý Kostel nad Nisou, 38 s.

HORÁKOVÁ, M., et al., *Chemické a fyzikální metody analýzy vod*, Praha: nakladatelství technické literatury, 2007. ISBN 978-80-7044-882-3.

Internetové zdroje:

Bílý Kostel nad Nisou [online]. c2012 [cit. 2012-03-28]. Bílý Kostel nad Nisou. Dostupné z WWW: <http://www.bily-kostel.cz/>

Krajská hygienická stanice Libereckého kraje se sídlem v Liberci [online]. c2012 [cit. 2012-03-20]. khslbc. Dostupné z: <http://khslbc.cz/>

Liberecký kraj [online]. c2012 [cit. 2012-03-20]. kraj-lbc. Dostupné z WWW: <http://kraj-lbc.cz>.

Liberecký kraj [online]. c2012 [cit. 2012-03-20]. kraj-lbc. Dostupné z WWW: http://maps.kraj-lbc.cz/mapserv/prvkuk/karty_obci/pdf/CZ051_0093_01.pdf.

Liberecký kraj [online]. c2012 [cit. 2012-03-20]. kraj-lbc. Dostupné z WWW: http://maps.kraj-lbc.cz/mapserv/prvkuk/karty_obci/pdf/CZ051_0093_02.pdf.

Liberecký kraj [online]. c2012 [cit. 2012-03-20]. kraj-lbc. Dostupné z WWW: http://maps.kraj-lbc.cz/mapserv/prvkuk/karty_obci/pdf/CZ051_0093_03.pdf.

Ministerstvo zemědělství [online]. c2012 [cit. 2012-03-28]. Ministerstvo zemědělství. Dostupné z WWW: <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/>.

Ministerstvo zemědělství [online]. c2012 [cit. 2012-03-28]. Vodohospodářský informační portál, Dostupné z WWW: <http://voda.gov.cz/portal/cz/>.

Ministerstvo životního prostředí [online]. c2012 [cit. 2012-03-28]. Ministerstvo životního prostředí. Dostupné z WWW: <http://mzp.cz/cz/voda>.

Portál Českého hydrometeorologického ústavu [online]. [vid. 28. 3. 2012]. Dostupné z: <http://hydro.chmi.cz/>

Povodí Labe [online]. c2012 [cit. 2012-03-28]. Povodí Labe. Dostupné z WWW: <http://www.pla.cz/portal/isvs/oav/cz/>.

Povodí Labe [online]. c2012 [cit. 2012-03-28]. Povodí Labe. Dostupné z WWW: <http://www.pla.cz/gis/Main.aspx>.

Povodí Labe [online]. c2012 [cit. 2012-03-28]. Povodí Labe. Dostupné z WWW: <http://www.pla.cz/planet/public/dokumenty/VZ/2010/vzpla2010cz.pdf>.

Povodí Labe [online]. c2012 [cit. 2012-03-28]. Povodí Labe. Dostupné z WWW: <http://czso.cz/>.

Povodí Labe [online]. c2012 [cit. 2012-03-28]. Vyhodnocení povodní v srpnu 2010. Dostupné z WWW: <http://www.pla.cz/planet/public/dokumenty/vodnizakon.pdf>.

Zákon o vodách a o změně některých zákonů (Vodní zákon) [online], [cit. 2012-04-12], Povodí Labe, Dostupné z: <http://www.pla.cz/planet/public/dokumenty/vodnizakon.pdf>

Další zdroje:

CENIA, 2011. Podkladová mapa. [webová služba WMS]. [1:10 000]. [vid. 15. 3. 2012].

Dostupné z: <http://geoportal.gov.cz/web/guest/wms/>

ESRI, 2010. *ArcGIS* [software]. Version 10.1. Redlands: ESRI [2012].

19. Seznam příloh

1. CD s uloženými daty
2. Mapa environmentální zátěže vody pro obec Bílý Kostel nad Nisou, formát A1, měřítko: 1:13000, použitý software: ArcGIS 10.1